



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Arquitectura de las prácticas de alto rendimiento de gestión de operaciones
(HPOMP): definición de los constructos, modelo factorial y relación con
resultados

TESIS DOCTORAL

Doctorando:

Paula Viviane Carneiro

Dirigida por:

Juan Antonio Marín García

Valencia, febrero 2010

Resumen:

El número de publicaciones científicas relacionadas con sistemas alternativos a la producción en masa en los últimos 20 años es abundante. Entre los sistemas alternativos propuestos uno de los que más popularidad académica ha gozado ha sido la producción ajustada (lean manufacturing), aunque no debemos olvidar otras formas de llamar a sistemas productivos que comparten muchas características con la producción ajustada (fabricación flexible, fabricación ágil, personalización en masa, etc. Sin embargo las investigaciones sobre cada sistema parecen demostrar que las prácticas a ser utilizadas en cada sistema de producción son similares sino las mismas.

Los cuestionarios encontrados en la literatura para diagnosticar el grado de uso de las prácticas de sistemas alternativos a la producción en masa se han centrado en la producción ajustada. Sin embargo el conjunto de ítems empleado ha variado notablemente de una investigación a otra. No se aprecia todavía un movimiento que converja hacia la utilización, por parte de los investigadores, de unos pocos instrumentos cuya validez y fiabilidad se haya contrastado en diferentes entornos. De hecho, la mayoría de las investigaciones se basan en cuestionarios ad-hoc y pocas de ellas presentan una validación del cuestionario más allá de verificar la unidimensionalidad y el α de Cronbach. Sin embargo, parece haber consenso en identificar 5 grandes constructos que componen la producción ajustada (gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro y la implicación de los operarios).

El objetivo de las empresas al implantar las prácticas de producción ajustada es mejorar su desempeño y obtener una ventaja competitiva. Las investigaciones sobre el efecto de las prácticas de la producción ajustada con los resultados se han centrado básicamente en los sectores del automóvil, electrónicos y maquinaria. Sin embargo identificar las prácticas que impactan sobre los resultados de las empresas necesita ser extendido y comprobado en otros sectores.

Precisamente, debido la cantidad de publicaciones realizadas sobre los sistemas de producción alternativos a la producción en masa, consideramos necesario este trabajo que pretende realizar varias tareas. Por un lado identificar si los diferentes nombres dados a los sistemas alternativos a la producción en masa se corresponden a sistemas realmente diferentes o si por el contrario las similitudes son mayores que las diferencias.

Por otro lado se ha identificado y resumido los modelos de producción ajustada identificando el modo en que agregan los ítems en constructos o sub-escalas de constructos. Posteriormente hemos desarrollado un cuestionario partiendo de los ítems que figuraban en los modelos publicados. Finalmente, hemos realizado la validación de sub-escalas y modelos mediante un análisis factorial confirmatorio, usando datos de una

muestra de Centros Especiales de Empleo españoles (N=128). De todos los modelos planteados, el mejor ajuste se produce con el modelo de 20 sub-escalas de primer orden.

Por último se ha investigado, tras la validación de la escala de resultados, el efecto de la aplicación de las prácticas de la producción ajustada sobre los indicadores de desempeño de las empresas definidas en la muestra.

Este trabajo aporta una visión integradora comparando los sistemas de producción alternativos a la producción en masa identificado las prácticas comunes de los mismos. También se ha revisado los modelos de la producción ajustada publicados previamente y los resultados de validez y fiabilidad de las sub-escalas de la producción ajustada planteadas por otros investigadores, así como los indicadores de resultados utilizados. Debido a su enfoque confirmatorio, este trabajo puede servir de generalización de estudios que se habían realizado en contextos con muestras diferentes a las que nosotros hemos empleado para la replicación.

Palabras clave: producción ajustada, validación de cuestionario, encuesta, análisis factorial confirmatorio, desempeño.

Resum:

El nombre de publicacions científiques relacionades amb sistemes alternatius a la producció en massa en els últims 20 anys és abundant. Entre els sistemes alternatius proposats, un dels que més popularitat acadèmica ha tingut ha estat la producció ajustada (*lean manufacturing*), encara que no hem d'oblidar altres formes d'anomenar sistemes productius que comparteixen moltes característiques amb la producció ajustada (fabricació flexible, fabricació àgil, personalització en massa, etc.). No obstant això, les investigacions sobre cada sistema semblen demostrar que les pràctiques que s'utilitzen en cada sistema de producció són similars o les mateixes.

Els qüestionaris trobats en la literatura per a diagnosticar el grau d'ús de les pràctiques de sistemes alternatius a la producció en massa s'han centrat en la producció ajustada. Tanmateix, el conjunt d'ítems emprat ha variat notablement d'una investigació a una altra. No s'hi aprecia encara un moviment que convergisca cap a la utilització, per part dels investigadors, d'uns pocs instruments la validesa i fiabilitat dels quals s'haja contrastat en diferents entorns. De fet, la majoria de les investigacions es basen en qüestionaris *ad hoc*, i poques d'aquestes presenten una validació del qüestionari més enllà de verificar la unidimensionalitat i el coeficient alfa de Cronbach. No obstant això, sembla haver-hi consens a l'hora d'identificar 5 grans constructes que componen la producció ajustada (gestió de la qualitat, flux intern de producció, manteniment, gestió de la cadena de subministrament i implicació dels operaris).

L'objectiu de les empreses en implantar les pràctiques de producció ajustada és millorar-ne els objectius i obtenir un avantatge competitiu. Les investigacions sobre l'efecte de les pràctiques de la producció ajustada en els resultats s'han centrat bàsicament en els sectors de l'automòbil, l'electrònic i el de la maquinària. Ara bé, identificar les pràctiques que impacten sobre els resultats de les empreses necessita ser estès i comprovat en altres sectors.

Precisament, a causa la quantitat de publicacions sobre els sistemes de producció alternatius a la producció en massa, considerem necessari aquest treball, que pretén dur a terme diverses tasques. D'una banda, identificar si els diferents noms donats als sistemes alternatius a la producció en massa es corresponen a sistemes realment diferents o, si per contra, les similituds són majors que les diferències.

D'una altra banda, hi hem identificat i resumit els models de producció ajustada identificant la manera en què agreguen els ítems en constructes o subescales de constructes. Posteriorment, hem desenvolupat un qüestionari partint dels ítems que figuraven en els models publicats. Finalment, hem realitzat la validació de subescales i models mitjançant una anàlisi factorial confirmatòria, usant dades d'una mostra de centres especials d'ocupació espanyols (N=128). De tots els models plantejats, el millor ajust es produeix amb el model de 20 subescales de primer ordre.

Finalment, hem investigat, després de la validació de l'escala de resultats, l'efecte de l'aplicació de les pràctiques de la producció ajustada sobre els indicadors d'execució de les empreses definides en la mostra.

Aquest treball aporta una visió integradora comparant els sistemes de producció alternatius a la producció en massa i identificant les pràctiques comunes d'aquests. També hem revisat els models de la producció ajustada publicats prèviament i els resultats de validesa i fiabilitat de les subescales de la producció ajustada plantejades per altres investigadors, com també els indicadors de resultats utilitzats. A causa de l'enfocament confirmatori que té, aquest treball pot servir de generalització d'estudis que s'havien realitzat en contextos amb mostres diferents, les quals nosaltres hem emprat per a replicar-les.

Paraules clau: producció ajustada, validació de qüestionari, enquesta, anàlisi factorial confirmatori, execució.

Abstract:

The number of scientific publications related to alternative systems to the mass production in the last 20 years is abundant. Between the alternative systems proposed one which more academic popularity has enjoyed has been the lean manufacturing, although we do not have to forget other forms to call to productive systems that share many characteristics with the lean manufacturing (flexible manufacturing, agile manufacturing, mass customization, etc. Nevertheless the researches on each system seem to demonstrate that the practices to be used in each production system are similar or the same.

The questionnaires found in literature to diagnose the degree of use of the practices of alternative systems to the mass production have concentrated in the lean manufacturing. Nevertheless the set of items used has varied remarkably from research to another one. A movement is still not appraised that converges towards the use, on the part of the researchers, of a few instruments whose validity and reliability have been resisted in different surroundings. In fact, the majority of the researches are based on ad-hoc questionnaires and few of them present a complete questionnaire validation, most of them present just the unidimensionality and the α -Cronbach. Nevertheless, it seems to have consensus in identifying 5 great constructs that compose the lean manufacturing (TQM, internal production flow, maintenance, supply chain management and the implication of the workers).

The objective of the companies when implanting the practices of the lean manufacturing is to improve its performance and to obtain a competitive advantage. The investigations on the effect of the practices of the lean manufacturing with the results have basically concentrated in the sectors of the automobile, electronic and machinery. Nevertheless to identify the practices that are related to results of the companies needs to be extended and to be verified in other sectors.

Indeed, as the amount of publications about the alternative production systems to the mass production, we considered necessary this research that tries to realise several objectives. On the one hand to identify if the different names gave to the alternative systems to the mass production correspond to really different systems or if on the contrary the similarities are majors that the differences.

On the other hand it has been identified and summarized the models of lean manufacturing identifying the way in which they defined the items in constructs or sub-scales of constructs.

Later we have developed a questionnaire based in the items that appeared in the published models. Finally, we have realised the validation of sub-scales and models through a confirmatory factorial analysis, using data of a sample of Spanish Sheltered

Work Centre's (N=128). Of all the raised models, the best adjustment takes place with the first order model of 20 sub-scales. Finally it has been investigated, after the performance scale validation, the effect of the application of the lean manufacturing practices on the performance indicators of the companies defined in the sample.

This work contributes an integrating vision comparing the alternative production systems to the mass production identifying the common practices of the systems found in the literature. Also we reviewed the models of the lean manufacturing previously published and the results of validity and reliability of the sub-scales found by other investigators, as well as the performance indicators used. Due to its confirming approach, this work can serve as generalization of studies that had been realised in contexts with different samples to which we have used for the replication.

Key words: lean manufacturing, questionnaire validation, survey, confirmatory factorial analysis, performance.

A mis padres y a Nacho

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi director de tesis, el Dr. Juan A. Marín, toda la dedicación, incentivo y orientación. El aprendizaje adquirido con su constante y fundamental colaboración es mucho mayor de lo que se puede leer en estas páginas.

Segundo agradecer a mis padres que saben el valor que tiene este trabajo y por ello han sido capaces de entender la distancia y ausencia sin nunca haber dejado de apoyarme.

Agradezco también a Nacho, que con su paciencia y motivación fue la inspiración necesaria en todo proceso.

A mis amigas y amigos por haber estado siempre ahí animando con sus sabias palabras.

Y por último agradezco a Dios que me ha conducido por este camino, difícil pero compensador.

Índice:

Capítulo 1: Introducción

1. Introducción.....	13
2. Justificación de la tesis	13
3. Estructura de la tesis y los objetivos de la investigación	14
4. Descripción de la muestra e instrumento de medida.....	17
5. Metodología.....	19
6. Resúmenes extendidos de los artículos	21
6.1. Questionnaire validation to measure the application grade of the alternative tools to the mass production.....	21
6.2. Desarrollo y validación de un modelo multidimensional de la producción ajustada.....	23
6.3. Efecto de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados no financieros: estudio empírico en Centros Especiales de Empleo españoles.....	24
7. Referencias	28

Capítulo 2: Questionnaire validation to measure the application grade of the alternative tools to the mass production

1. Introduction.....	35
2. Literature review.....	35
3. Methodology	38
4. Sample description.....	38
5. Results and discussion.....	39
6. Conclusions.....	42
7. References.....	42

Capítulo 3: Desarrollo y validación de un modelo multidimensional de la producción ajustada

1. Introducción.....	48
2. Desarrollo de modelos, marco teórico	50
2.1. Modelos de primer orden y un factor.....	50
2.2. Modelo de primer orden basado en sub-escalas.....	51
2.3. Modelos de segundo orden con un constructo global de producción ajustada.....	53

2.4. Modelos de tercer orden.....	54
2.5. Modelos de segundo orden con varias dimensiones independientes.....	56
3. Objetivo.....	60
4. Metodología.....	60
4.1 Descripción de la muestra.....	62
5. Resultados.....	62
6. Discusión.....	66
7. Conclusiones.....	69
8. Referencias	83

Capítulo 4: Efecto de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados no financieros: estudio empírico en Centros Especiales de Empleo españoles

1. Introducción.....	91
2. Prácticas de producción ajustada.....	94
3. Relación entre prácticas de producción ajustada con resultados no financieros.....	96
4. Metodología.....	99
4.1 Descripción del instrumento de medida.....	99
4.2 Descripción de la muestra.....	100
4.3 Método de análisis.....	100
5. Resultados y discusión.....	101
6. Conclusiones.....	109
7. Referencias.....	110

Capítulo 5: Conclusiones

1. Introducción	117
2. Resultados	117
3. Limitaciones	120
4. Futuras líneas	120
5. Referencias	121

ANEXO 1: Cuestionario empleado en la investigación.....	122
--	------------

Capítulo 1

Introducción

1) Introducción

El objetivo de una tesis en un sentido amplio es hacer un aporte innovador a la ciencia que contribuya al bienestar de la humanidad, en otras palabras debe aportar conocimiento, innovación.

Con este objetivo buscamos contribuir con la comunidad académica en el tema de los sistemas de producción alternativos a la producción en masa definiendo el problema a tratar en este trabajo como "la validación de un modelo para la producción ajustada y su relación con el desempeño de las empresas". La población elegida para tratar en este estudio es los Centro Especiales de Empleo de España (CEE) y la tecnología empleada para solucionar el problema es la estrategia de modelización confirmatoria.

La presente tesis está compuesta de 5 capítulos, de los cuales 3 están configurados como artículos en el formato enviado a revistas para su revisión y posterior publicación. Los demás capítulos son éste de introducción y un último capítulo con las conclusiones obtenidas con este trabajo.

La tesis estructurada por artículos permite que cada capítulo pueda ser leído individualmente, aunque el trabajo sea solamente uno. Por esto el principal objetivo de este capítulo es, además de explicar los objetivos de la tesis, orientar al lector en la estructura de la misma.

Este primer capítulo está dividido en seis partes. Primero justificamos esta investigación presentando los resultados encontrados en la literatura y los puntos que quedan por cubrir. La segunda explica la estructura de la tesis, los objetivos, la conexión entre los artículos y la relación de cada uno con las preguntas de investigación. Después describimos la población y el instrumento de medida utilizado. En cuarto lugar explicamos la metodología empleada y por último presentamos un resumen extendido de cada artículo.

2) Justificación de la tesis

Las prácticas de fabricación encontradas en la literatura en los últimos 30 años han sido estudiadas bajo varios puntos de vista. Hay los que defienden el modelo de producción ajustada (Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2007), los que las investigaron como fabricación flexible (Laosirihongthong y Dangayach, 2005; Raymond y St-Pierre, 2005) y los que afirman que evolucionaron a fabricación ágil (Avella y Vazquez-Bustelo, 2005; Narasimhan et al., 2006; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b).

Algunos autores intentaron aclarar la confusión de expresiones, prácticas y clasificación de estas prácticas en conjuntos (Avella y Vazquez-Bustelo, 2005; Shah y Ward, 2007) pero sin lograr solucionarlo de todo.

Los autores investigados buscaron identificar las prácticas más utilizadas (Avella y Vazquez-Bustelo, 2005; Shah y Ward, 2007), su relación entre ellas y la relación con los resultados de la empresa (Cua et al., 2001; Flynn et al., 1994; Ketokivi y Schroeder, 2004a; McKone et al., 2001).

Algunos autores buscaron definir cuestionarios para verificar el grado de aplicación de las prácticas comunes (Cua et al., 2001; Flynn et al., 1994; Ketokivi y Schroeder, 2004a; McKone et al., 2001; Shah y Ward, 2007) pero solamente hemos encontrado un estudio con la validación completa de las escalas (Narasimhan et al., 2006). Otros cuestionarios solamente son aplicables a prácticas específicas JIT, TQM, TPM, HRM (Bayo-Moriones et al., 2008; Sila, 2007; Tarí et al., 2007) sin buscar la relación entre las prácticas.

Al definir los indicadores de resultados también encontramos una miscelánea de maneras de medirlos. Hay los que miran básicamente los resultados financieros (Martínez-Costa y Jiménez-Jiménez, 2009; Molina et al., 2007), los que miran los resultados de las prácticas individualmente (JIT, TQM, TPM, HR) (Wood y de Menezes, 2008) y los que afirman que los indicadores deben contemplar varias facetas como calidad, productividad, flexibilidad, etc. (Ketokivi y Schroeder, 2004a; Schroeder et al., 2002).

Las investigaciones encontradas en la literatura se han centrado básicamente en pocos sectores de empresas (automóvil, productos electrónicos y maquinaria) así que la muestra elegida pretende comprobar si los modelos, supuestamente generales, se ajustan a un sector concreto, lo que contribuiría a validar la generalización del modelo.

De esta manera identificamos que las investigaciones encontradas en la literatura sobre este tema han aportado la identificación de las prácticas de producción alternativas a la producción en masa, su agrupación en escalas (JIT, TQM, TPM; HRM, etc.), la validación de cuestionarios sobre la producción ajustada y la relación de las prácticas de la producción ajustada con los resultados financieros.

Nuestra aportación con este trabajo es cubrir diversos puntos no encontrados en la literatura revisada. Se hace necesario identificar entre todos los modelos de producción ajustada propuestos en la literatura lo que tiene mejor ajuste a través de la validación completa de todas las escalas. Validar completamente un cuestionario que mida el grado de uso de las prácticas y su aplicación en un sector de empresas distinto a los comúnmente estudiados y, por último, investigaremos la relación de cada una de las escalas de la producción ajustada con indicadores de carácter no financiero, incluyendo el indicador de la satisfacción de los empleados.

3) Estructura de la tesis y los objetivos de la investigación

Este trabajo tiene por objetivo global contribuir con la comunidad académica en el tema de los sistemas de producción alternativos a la producción en masa. Hemos definido el problema a tratar como "la validación de un modelo para la producción ajustada y su

relación con el desempeño de las empresas". Para lograr este objetivo hemos definido varias preguntas de investigación que detallaremos a continuación.

Como ya se ha comentado anteriormente, la tesis está estructurada por artículos. Cada uno tiene el objetivo de responder parte de las preguntas de investigación definidas. Los artículos están presentados en el formato e idioma que fueron enviados a las revistas para su posible publicación. Los capítulos correspondientes a cada artículo pueden ser leídos de manera individual ya que contienen la estructura necesaria para su comprensión (marco teórico, objetivos, metodología, resultados y conclusiones).

Las primeras preguntas que intentamos solucionar son estas:

- 1) Identificar los sistemas de producción alternativos a la producción en masa existentes en la literatura, sus diferencias y similitudes en cuanto a las prácticas definidas.
- 2) Identificar el conjunto de prácticas alternativas a la producción en masa que sean aceptadas mayoritariamente.
- 3) Crear un cuestionario unificado que mida el grado de uso de las prácticas de sistemas alternativos a la producción en masa a partir de los ítems utilizados en cuestionarios validados en otras investigaciones.
- 4) Validar las escalas comprobando la bondad de ajuste de cada uno de los constructos.

El capítulo 2 aborda estos objetivos. En un primer momento se identifican los modelos de producción ajustada, fabricación flexible, fabricación ágil y personalización en masa. Tras analizar las prácticas definidas para cada sistema se concluye que hay más similitudes que diferencias entre los modelos.

A través de las prácticas comunes y los estudios encontrados en la literatura se propone y se valida un cuestionario para medir el grado de aplicación de las prácticas.

El resultado de estos primeros estudios es el artículo "**Questionnaire validation to measure the application grade of the alternative tools to the mass production**", en proceso de revisión en la revista International Journal of Management Science and Engineering Management. El artículo está presentado en el idioma utilizado por la revista, siguiendo las indicaciones de la normativa del Departamento de Organización de Empresas.

Con este primer artículo se ha podido concluir que existe un cierto grado de implantación de las prácticas investigadas en la muestra de empresas estudiada. Además ha sido posible confirmar que, analizando conjuntamente los cuatro criterios definidos (valores de bondad de ajuste, la fiabilidad compuesta, valores de α de Cronbach y la varianza

extraída), 13 de las 14 escalas propuestas podrían considerarse válidas. Las limitaciones encontradas en esta primera etapa de investigación son: un análisis detallado de la dimensionalidad y componentes de algunas de las escalas y que la escala de equilibrio de líneas debe ser estudiada en el futuro para mejorar sus propiedades psicométricas.

Con las escalas y prácticas definidas, la investigación ha seguido por los siguientes objetivos:

- 5) Identificar los modelos de agrupación de las prácticas de la producción ajustada existentes en la literatura.
- 6) Validar los posibles modelos de agrupación de las prácticas.

Para validar todos los modelos se ha utilizado la estrategia de modelización confirmatoria. Se ha comprobado la unidimensionalidad de las escalas mediante un análisis factorial exploratorio.

Como resultado de la investigación se redactó el artículo: "**Desarrollo y validación de un modelo multidimensional de la producción ajustada**". El artículo ha sido publicado en la revista Intangible Capital, volumen 6, nº 1 páginas 78-127 (ISSN: 1697-9818).

Tras identificar y validar los 7 modelos propuestos se ha identificado que de todos ellos, el modelo de primer orden basado en sub-escalas independientes parece mostrar un mejor ajuste con los datos utilizados, aunque esto no signifique que los demás modelos no sean adecuados en los contextos, o con las muestras específicas, para las que fueron diseñados.

La última etapa de la investigación busca solucionar las siguientes preguntas:

- 7) Identificar los indicadores de desempeño de las empresas investigados en la literatura.
- 8) Elaborar un cuestionario que mida el grado de aplicación de los indicadores de resultados definidos y determinar el grado en que los Centros Especiales de Empleo españoles tienen implantadas las prácticas de producción ajustada.
- 9) Validar una escala de indicadores de desempeño que caracterice los resultados de las empresas.
- 10) Identificar el efecto que el uso de las prácticas definidas produce en los resultados no financieros de la empresa.

Como los autores investigados recomiendan el uso de indicadores no financieros (Callen et al., 2005; Diaz et al., 2005) se han definido los siguientes indicadores de desempeño:

flexibilidad, productividad, satisfacción de los clientes con la calidad, satisfacción de los clientes con el precio y satisfacción de los empleados.

Mediante el resultado de la investigación propuesta se obtiene el artículo: "**Efecto de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados no financieros: estudio empírico en Centros Especiales de Empleo españoles**". El artículo ha sido enviado para revisión y posible publicación a la Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa (REDEE).

Aunque sea posible agrupar las prácticas de la producción ajustada en escalas, estas no siempre están correlacionadas entre sí, por eso se concluye que la mejor manera de determinar la relación entre determinada práctica y los resultados de las empresas es evaluar las relaciones de manera individual.

Los resultados encontrados en el último artículo destacan seis sub-escalas con efectos significativos en los resultados y varias sub-escalas más con tendencia positiva.

4) Descripción de la muestra e instrumento de medida

La población objeto de estudio la componían Centros Especiales de Empleo de España (en adelante CEE) (N=646). Los CEE son la fórmula que ha conseguido paliar de manera más significativa las altas cifras de desempleo de este segmento de la población, ya que las personas con discapacidad son un problema social de importancia creciente en la sociedad española.

Un CEE es una empresa, con un mínimo del 70% de empleados con discapacidad, que realiza un trabajo productivo en igualdad de condiciones con la empresa ordinaria. Su finalidad es la de asegurar un empleo remunerado y la prestación de servicios de ajuste personal y social que requieran sus trabajadores con minusvalía; teniendo para ello una serie de ayudas institucionales (Jordan de Urries et al., 2005; Miralles Insa et al., 2009). Según datos del Instituto de Migraciones y Servicios Sociales, en el año 1995 apenas existían en España 137 Centros Especiales de Empleo, y sólo ocho Comunidades Autónomas contaban con este tipo de centros; mientras que en la actualidad existen en España más de 600 CEE distribuidos por diferentes puntos de la geografía española (tabla 1.)

La encuesta fue conducida tras un primer contacto telefónico con la empresa donde se preguntaba si preferían el cuestionario en papel o por página web. Con el adelanto rápido de la tecnología web y con su gran alcance el medio de entrega de información, encuestas realizadas por páginas web está llegando a ser más cada vez más utilizadas (Shih y Xitao, 2008). Todos lo que aceptaron participar de la encuesta han preferido hacerlo por la web así se les requería un correo electrónico de una de las personas responsables de la misma (gerente, responsable de producción, responsable de calidad, etc.) para proceder el envío

del enlace al cuestionario, que se completaba a través de una página web. Los cuestionarios no completados se reclamaron tres veces por correo electrónico antes de ser considerados como no contestados. Los datos de las empresas que han contestado están disponibles en la tabla 1.

La diferencia entre los CEE "a priori" y los reales en la tabla 1 es porque eliminamos las empresas duplicadas en las bases de datos y las ilocalizables (sin teléfono de contacto o no existían en el domicilio indicado).

Provincia	Nº de CEE a priori	Población. Numero de CEE reales	Completados	Parcialmente completados
Comunidad Valenciana	116	78	49	0
Madrid	185	68	7	7
Andalucía	238	142	18	24
Aragón	62	45	7	14
Asturias	44	23	4	3
Baleares	7	5	0	0
Canarias	49	23	1	4
Cantabria	7	5	1	1
Castilla La Mancha	55	36	8	4
Castilla León	166	92	10	20
Cataluña	80	61	11	20
Extremadura	7	5	2	1
Galicia	103	19	0	3
La Rioja	33	14	2	0
Murcia	11	7	2	3
Navarra	14	11	5	1
País Vasco	12	12	1	4
Total	1189	646	128	109
Porcentaje de respuestas:			Con 128:	
20,74303406			0,198142415	

Tabla 1.: Datos de la población investigada

El perfil de las empresas investigadas está descrito en la tabla 2.

Nº de empleados	Empresas
01 - 50	98
51 - 100	19
101 - 500	8
501 - 1000	0
1001 - 1500	1

Tabla 2.: Perfil de las empresas investigadas

Para la construcción del cuestionario trabajamos en cuatro fases: identificación y traducción de las dimensiones e ítems usados en investigaciones publicadas; elaboración de un cuestionario integrando los ítems de la fase anterior; discusión del cuestionario con

un grupo de 3 gerentes y 3 responsables de producción de centros especiales de empleo, utilizamos para ellos una técnica de "focus group" con varias dinámicas para identificar ítems que necesitaban reformularse; elaboración y prueba del cuestionario piloto definitivo. El cuestionario utilizado está disponible en el anexo 1.

5) Metodología

Debido a las características de nuestros objetivos definidos en esta investigación, el método utilizado fue el modelo de ecuaciones estructurales pues examina simultáneamente una serie de relaciones de dependencia.

En la literatura es posible encontrar el modelo de ecuaciones estructurales en diversos campos de estudio: en la educación, gestión de operaciones, marketing, psicología, sociología, gestión, salud, demografía, comportamiento organizacional, biología e incluso en la genética. Las razones de su atractivo para áreas tan diversas son dobles: (1) proporciona un método directo de tratar con múltiples relaciones simultáneamente a la vez que se da eficacia estadística, y (2) su capacidad para evaluar las relaciones exhaustivamente y proporcionar una transición desde el análisis exploratorio confirmatorio (Hair et al., 1999).

El modelo de ecuaciones estructurales abarca una familia entera de modelos conocidos con muchos nombres, entre ellos análisis de la estructura de la covarianza, análisis de variable latente, análisis de factor confirmatorio y a menudo simplemente análisis LISREL (el nombre de uno de los programas de *software* más populares). Sin embargo, la diferencia más obvia entre el modelo de ecuaciones estructurales y otras técnicas de relaciones multivariantes es el uso de relaciones distintas para cada conjunto de variables dependientes (Hair et al., 1999).

La investigación ha mostrado incluso que las técnicas desarrolladas para evaluar los modelos de ecuaciones estructurales tienen un *sesgo confirmatorio*, que tiende a confirmar que el modelo se ajusta a los datos. Por tanto, si el modelo propuesto tiene un ajuste aceptable por cualquiera de los criterios aplicados, no se ha probado el modelo propuesto, sino que sólo se ha confirmado que es uno de los varios modelos posibles aceptables. Varios modelos pueden tener ajustes igualmente aceptables. Por tanto, el test más riguroso se consigue comparando modelos rivales (Hair et al., 1999).

Los modelos de ecuaciones estructurales pueden ser clasificados según su complejidad: modelos confirmatorios de primer orden o de orden superior (segundo, tercer, etc). En este trabajo hemos investigado modelos de primer, segundo y tercer orden.

El modelo factorial de segundo orden plantea que los factores de primer orden estimados son, en realidad, subdimensiones de un constructo más amplio.

La característica del modelo de segundo orden es que los factores de segundo orden se convierten en variables predictivas del macro constructo, compuestos por sus propias variables.

Para determinar un modelo de ecuaciones estructurales de primer orden son necesarios siete pasos de modelización: (1) desarrollar un modelo fundamentado teóricamente, (2) construir un diagrama de secuencias de relaciones causales, (3) convertir el diagrama de secuencias en un conjunto de modelos y relaciones estructurales, (4) elegir el tipo de matriz de entrada y estimar el modelo propuesto, (5) evaluar la identificación del modelo estructural, (6) evaluar los criterios de calidad del ajuste, e (7) interpretar y modificar el modelo si está teóricamente justificado.

Al determinar los modelos los siguientes cuidados deben ser tomados:

- 1) Al desarrollar el modelo es necesario asegurarse de que todas las variables predictivas claves están consideradas pues la omisión de una variable significativa sesga la evaluación de la importancia de otras variables.
- 2) Determinar todas las relaciones entre variables y constructos en el diagrama de secuencias
- 3) Conocer las limitaciones del programa informático a utilizar y priorizar la investigación según las limitaciones.
- 4) Determinar como mínimo 3 indicadores para cada constructo, si no es necesario determinar la fiabilidad.
- 5) Asegurar que tenemos más ecuaciones que incógnitas para solucionar el problema y que tenemos una ecuación aislada y diferenciada para estimar cada coeficiente.
- 6) Analizar detalladamente los resultados e identificar los posibles errores. Algunos errores frecuentes son las estimaciones infractoras. Los ejemplos más normales de estimaciones infractoras son (1) varianzas de error negativas o varianzas de error no significativas para cualquier constructo, (2) coeficientes estandarizados que sobrepasan o están muy cerca de 1,0, o (3) errores estándar muy elevados asociados con cualquier coeficiente estimado (Hair et al., 1999).

Hemos comprobado que los valores de bondad de ajuste de los modelos de cada etapa del proceso de investigación eran adecuados (tabla 3) y que la fiabilidad compuesta era superior a 0.7 (Hair et al., 1999). Por último hemos comprobado que los valores de α de Crobach superaban 0.55 (Hair et al., 1999; Lin, 2006; Tarí et al., 2007) y que la varianza extraída era superior al 40% (Hair et al., 1999).

Chi2 significance	(Satorra-Bentler scaled) Chi2/Degree of Freedom	Comparative fit index CFI	Bollen Fit indice IFI	McDolland Fit indice MFI	Lisrel Fit Indice GFI	Root mean square error of approximation RMSEA	AGFI
> 0.05 (más seguro si supera 0.1)	<3 (se puede llegar hasta 5 como mucho)	>0.90	>0.90	>0.90	>.85	<0.08 (se puede llegar a 0.10)	>0.90

Tabla 3.- Valores recomendados para un ajuste satisfactorio de los modelos (Hair et al., 1995; Sila, 2007; Spreitzer, 1995; Tarí et al., 2007; Ullman y Bentler, 2004)

Los análisis se han realizado utilizando el programa EQS con el método de estimación de parámetros de máxima verosimilitud o, en los indicadores que era posible, los calculábamos con el método robusto (Bentler, 2002; Ullman y Bentler, 2004).

En el primer artículo hemos probado modelos de primer orden y todas las escalas satisfacían el requisito de tener más de 3 indicadores.

El segundo artículo hemos tenido que probar modelos de segundo y tercer orden y además comparar sus resultados. Algunos constructos no tenían el número mínimo de indicadores recomendado y para evitar los problemas de indeterminación de parámetros en el modelo de medida, hemos introducido una sub-escala adicional que no generara problemas de colinealidad ni estimaciones de varianzas de los parámetros negativos. En estos modelos, no se incluyó la correlación entre las sub-escalas de prácticas, sino que las relacionan solamente con la escala de resultados. Con ello hemos pretendido mantenernos fieles al objetivo de estudiar la relación de cada escala por separado, a pesar de necesitar incluir dos prácticas de producción ajustada simultáneamente por necesidades metodológicas.

Para lograr los resultados del último artículo hemos utilizados un modelo de segundo orden, donde un constructo (escala) ha pasado a ser una variable predictiva de otro constructo (resultados). Puesto que el conjunto total de variables era demasiado grande para incluirlas todas en un solo AFC, realizamos un análisis independiente para cada sub-escala de producción ajustada junto con todas las variables de resultados. Esta es una práctica habitual cuando el tamaño de la muestra es limitado, como en nuestro caso (Narasimhan et al., 2006).

6) Resúmenes extendidos de los artículos

6.1 Questionnaire validation to measure the application grade of the alternative tools to the mass production

El artículo aborda en primer lugar los sistemas de producción alternativos a la producción en masa y sus prácticas. Los sistemas más citados en la literatura son la producción ajustada (Bonavía Martín y Marin-Garcia, 2006; Shah y Ward, 2007; Swink et al., 2005), la fabricación flexible (Duguay et al., 1997; Krishnamurthy y & Yauch, 2007), la fabricación ágil (Brown y Bessant, 2003; Monplasilir, 2002; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b) y la personalización en masa (Brown y Bessant, 2003; Ismail et al., 2007).

Aunque el listado de herramientas de la producción ajustada es extenso y no siempre homogéneo, se han identificado en la literatura cinco categorías aceptadas mayoritariamente: gestión de la calidad total, flujo continuo (just-in-time), mantenimiento preventivo, gestión de la cadena de suministro y desarrollo de producto y proceso (Bonavía Martín y Marin-Garcia, 2006; Brown y Bessant, 2003; Swink et al., 2005), también se han encontrado autores que incluyen los elementos de mejora continua e implicación de los operarios .

Las definiciones de la fabricación flexible encontradas en la literatura son muchas, pero hay un consenso entre los autores sobre la habilidad de las empresas para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda, acomodando una gama amplia de productos, admitiendo modificaciones de volumen de la producción y múltiples procesos y mejorando la calidad, los costes, los tiempos de fabricación y de entrega, simultáneamente (Duguay et al., 1997; Krishnamurthy y & Yauch, 2007).

La definición defendida en la literatura para agilidad es la habilidad para atender las necesidades de los clientes en el menor tiempo posible y a bajo coste (Brown y Bessant, 2003; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006a). Se ha propuesto que la fabricación ágil agrupa diversas técnicas, entre ellas: justo a tiempo, fabricación en célula, fabricación flexible y gestión de la calidad total.

La personalización en masa es una estrategia relacionada a la habilidad de proporcionar productos o servicios personalizados a través de procesos flexibles con altos volúmenes y bajos costes atendiendo a las necesidades específicas del cliente (Ahlstrom y Westbrook, 1999; Krishnamurthy y & Yauch, 2007). Los elementos de la personalización en masa son los mismos de la producción ajustada (desarrollo de productos, gestión de la cadena de suministro, gestión de la producción, cultura de mejora continua) a los que se añade el servicio postventa y el marketing (Da Silveira et al., 2001).

Tras identificar las prácticas de los sistemas de producción alternativos, identificados en la literatura, a la producción en masa se ha encontrado más similitudes que diferencias. Las prácticas comunes, agrupadas en constructos, más citadas son: gestión visual, mejora continua, gestión de la calidad, justo a tiempo, estandarización de procesos, tiempos cortos de cambio, mantenimiento autónomo, flujo continuo y fabricación en células, equilibrado de líneas, relación con proveedores, relación con clientes, automatización y procesos propios, diseño integrado con fabricación y gestión del conocimiento.

Para validar las escalas definidas, el modelo de medida se ha considerado que cada indicador se asocia solo a un constructo (Hogan y Martell, 1987) y se ha utilizado una estrategia de modelización confirmatoria.

El artículo concluye que, en la muestra de empresas investigada, existe un cierto grado de aplicación de las prácticas definidas.

Con los resultados encontrados tras los análisis se ha podido considerar válidas 13 de las 14 escalas definidas. Como futura línea de investigación se recomienda el análisis detallado de la dimensionalidad y componentes de algunas de las escalas y el estudio de las propiedades psicométricas de la escala de equilibrado de líneas.

6.2 Desarrollo y validación de un modelo multidimensional de la producción ajustada

El artículo investiga los modelos de producción ajustada encontrados en la literatura.

Los modelos de producción ajustada encontrados en la literatura demuestran que el mismo no puede ser considerado un concepto maduro ya que el extenso listado de prácticas es agrupado de manera diversa. Uno de los referentes más utilizados en la literatura para el constructo de la producción ajustada es el cuestionario desarrollado por Flynn et al (Flynn et al., 1994) para la dimensión "gestión de la calidad". Además, quizás uno de los esfuerzos más importantes para sistematizar el concepto sea el realizado por Shah y Ward (Shah y Ward, 2007) que proponen una definición integradora del término, realiza una propuesta de cuestionario y la valida con gran rigor metodológico.

Tras una extensa revisión bibliográfica se ha identificado 7 modelos propuestos en la literatura:

- A) Modelo de primer orden donde la producción ajustada es un factor compuesto "n" ítems (Birdi et al., 2008; Dabhilkar y Ahlstrom, 2007);
- B) Modelo de primer orden donde la producción ajustada es un factor compuesto por "n" valores de sub-escalas que se calculan como el promedio de varios ítems cada uno (Forza y Nuzzo, 1998; Martin Peña y Díaz Garrido, 2007);
- C) Modelo de primer orden donde la producción ajustada se compone de "n" factores independientes. Cada uno de ellos se calcula como el promedio de varios ítems (Ahmad et al., 2003; Forza, 1996; Ketokivi y Schroeder, 2004b; Marin-Garcia et al., 2009; Urgal González y García Vázquez, 2006; White y Prybutok, 2001);
- D) Modelo de segundo orden donde la producción ajustada es un constructo que se compone de "n" factores altamente correlacionados entre si, cada uno de ellos se

calcula como el promedio de varios ítems (Challis et al., 2005; Fullerton y McWatters, 2001);

E) Modelo de segundo orden donde la producción ajustada es un constructo que se compone de "n" factores altamente correlacionados (Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008);

F) Modelo de tercer orden donde la producción ajustada es un constructo que se compone de "n" factores que, a su vez son constructos formados por varias sub escalas, cada una de ellas constituida por varios ítems (Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Shah y Ward, 2007);

G) Modelo de segundo orden donde la producción ajustada son "n" constructos independientes, cada uno de ellos formados por varias sub escalas, cada una de ellas constituida por varios ítems (Doolen y Hacker, 2005; McKone et al., 2001).

El método y el programa utilizados para validación de las escalas son los mismos del primer artículo, además la validez convergente se ha comprobado con la significación de todas las cargas factoriales de los indicadores que la componen y por valores superiores a 0,6 (Bagozzi, 1994; Hair et al., 1999).

Después de validar todos los modelos propuestos se ha identificado que el que mejor ajuste presenta es el modelo de primer orden donde la producción ajustada se compone de 20 factores independientes, calculados como el promedio de varios ítems.

Con los resultados individuales de cada escala 19 de las 20 sub-escalas tienen un α de Cronbach satisfactorio, la escala de gestión visual es la que presenta un bajo valor. Revisando la literatura, hemos comprobado que muchos autores no agrupan los ítems de gestión visual en una misma sub-escala sino que los reparten entre varias de las otras. Por ejemplo, información y realimentación (Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995), control estadísticos del proceso (Flynn y Sakakibara, 1995; Narasimhan et al., 2005; Shah y Ward, 2007), sistemas de arrastre (Ketokivi y Schroeder, 2004b) o mejora continua (Anand y Kodali, 2009). Considerando que está sub-escala está en una etapa inicial de debate en la comunidad académica y que se acepta un α de Cronbach límite de 0,55 para fases iniciales de definición de escalas (Hair et al., 1999; Lin, 2006; Tarí et al., 2007) podemos utilizarla en los análisis, teniendo en cuenta sus bajas propiedades psicométricas a la hora de interpretar los resultados.

La contribución aportada del artículo es de complementar y extender la investigación en el área aportando una traducción al castellano de ítems comunes, la incorporación de un conjunto de dimensiones amplio e integrador de la literatura, la aplicación a una muestra de empresas no investigada hasta la actualidad, la validación de sub-escalas comprobando las propiedades psicométricas y la comparación con las de otras muestras publicadas. El hecho de que la muestra utilizada es diferente, tanto en país como en sectores y tamaño,

aporta también una contribución a la generalización de la validez y fiabilidad de los instrumentos de medida para detectar el grado de uso de las prácticas asociadas a la producción ajustada.

6.3 Efecto de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados no financieros: estudio empírico en Centros Especiales de Empleo españoles

El artículo presenta el resultado de la investigación de la revisión y resumen de la literatura que estudia la relación de las prácticas aisladas de producción ajustada con los resultados no financieros de la empresa. Se ha determinado el grado en que los Centros Especiales de Empleo españoles tienen implantadas las prácticas de producción ajustada y el efecto que eso produce en los resultados no financieros de la empresa.

El punto interesante de esta investigación es que describe la situación de un sector (Centros Especiales de Empleo) y un país (España) apenas investigados en la literatura científica sobre producción ajustada, permitiendo profundizar el análisis de los efectos que produce la implantación de las herramientas de producción ajustada en empresas de sectores diferentes del automovilístico.

Diversos trabajos han constatado que la aplicación de las herramientas de producción ajustada tiene efectos beneficiosos para la empresa. Además algunos autores identificaron que existe un conjunto de prácticas necesarias para crear el entorno propicio para la implantación efectiva de las demás prácticas de la producción ajustada llamadas de prácticas de infraestructura (Ahmad et al., 2003; Flynn y Sakakibara, 1995). Estos efectos son mayores si se implantan todas las herramientas conjuntamente, pues podemos aprovechar un efecto de sinergia entre ellos (White y Prybutok, 2001). Sin embargo, la puesta en marcha de alguna herramienta aislada también puede propiciar la mejora de diversos indicadores (Lee, 1996) y es una estrategia altamente recomendada en las empresas pequeñas y medianas (Lee, 1996; White et al., 1999), que suelen contar con recursos escasos para mantener en marcha el sistema completo (Inman y Mehra, 1990).

El conjunto de prácticas y el modelo de producción ajustada utilizado para analizar su relación con los resultados de las empresas es el modelo validado definido en el artículo anterior.

Los indicadores definidos siguen la recomendación que sean de carácter no financiero porque los indicadores financieros están poco relacionados con algunas prácticas de producción además de que son de corto plazo y algunas prácticas necesitarían ser evaluadas a largo plazo para comprobar su eficiencia (Callen et al., 2005; Diaz et al., 2005).

Las preguntas definidas relativas a los indicadores de resultados están sostenidas por la literatura Tabla 4. Estos indicadores componen la escala de resultados de la investigación.

Pregunta	Preguntas/Autores
Capacidad de aumentar o disminuir el volumen de fabricación en función de la demanda	(Narasimhan et al., 2005) (Swink et al., 2005) (Cua et al., 2001) (Swink y Nair, 2007) (Urgal González y García Vázquez, 2006) (Devaraj et al., 2004) (Flynn et al., 1999)
Productividad de los operarios	(Challis et al., 2005) (Narasimhan et al., 2005) (Banker et al., 2006) (Callen et al., 2005)
Satisfacción de los empleados	(Challis et al., 2005) (Boxall y Macky, 2009) (Fuentes-Fuentes et al., 2004)
Satisfacción de nuestros clientes con la calidad de nuestros productos/servicios	(Challis et al., 2005) (Narasimhan et al., 2005) (Flynn et al., 1999)
Satisfacción de nuestros clientes con el precio de nuestros productos	(Challis et al., 2005) (Narasimhan et al., 2005)

Tabla 4. Preguntas

La metodología empleada para verificar el impacto de las prácticas de la producción ajustada con los indicadores de desempeño también es la estrategia de modelización confirmatoria. Los mismos criterios definidos en el artículo anterior son los aplicados en esta etapa de la investigación.

Los valores de bondad de ajuste de la escala de resultados son globalmente aceptables aunque sus propiedades psicométricas no sean perfectas del todo. La correlación entre ítems es baja, pero la correlación entre ítems y escalas es aceptable, así como también lo es el α de Cronbach (0,613). Por otra parte, las cargas factoriales del análisis exploratorio son elevadas, pero en el confirmatorio se quedan un poco bajas. En general, los estadísticos de la escala de resultados se sitúan dentro del rango habitual de investigaciones similares a la nuestra y podemos considerarlo aceptables.

Los datos en el sector de CEE indican una asociación positiva de casi todas las prácticas del flujo interno de producción con excepción a la sub-escala de gestión visual. Pero el efecto solo es significativo en los tiempos cortos de cambio, aunque en el caso de nivelado de producción, programación y sistemas de arrastre están cerca de ser significativas. Puesto que gestión visual es uno de los modelos con mal ajuste identificado en el segundo artículo, no podemos descartar que en lugar de asociación negativa, simplemente no haya relación en los datos manejados.

En relación a las sub-escalas de TQM se aprecia un efecto positivo con los resultados, pero solo la implicación de los mandos tiene un efecto significativo. Las sub-escalas de HRM son las que más impacto parece tener en los resultados en el sector de los Centros Especiales de Empleo, tanto en cantidad de sub-escalas con efecto significativo como por el grado de varianza explicada. Por otra parte la relación con clientes tiene un efecto significativo, aunque no demasiado fuerte y la relación con proveedores se concluye que la práctica no tiene tanta influencia en los resultados. Esta última práctica, considerando el sector

investigado, puede ser justificada por el acceso a múltiples proveedores al contrario de lo que pasa en el sector del automóvil.

Así que los resultados de la investigación destacan seis sub-escalas con efectos significativos en los resultados y varias sub-escalas más con tendencia positiva.

Una de las principales contribuciones de este artículo es la inclusión de los modelos de medida a la hora de comprobar la relación con los resultados. Esto es algo poco frecuente en las investigaciones que se han revisado, que al analizar el modelo de estructura utilizan el valor promedio de la escala sin incluir el modelo de medida. El método empleado en este artículo permite incluir en el análisis los errores de medida y, por tanto, ofrecer un resultado más robusto estadísticamente hablando.

Por otra parte esta investigación permite a los profesionales de empresa valorar el impacto que tiene el uso de determinadas prácticas, incluso de manera aislada.

7) Referencias

- AHLSTROM, P.; WESTBROOK, R. (1999): Implications of Mass Customization for Operations Management - An Exploratory Survey. *International Journal of Operations & Production Management*, 19 (3): 262-274.
- AHMAD, S.; SCHROEDER, R. G.; SINHA, K. K. (2003): The Role of Infrastructure Practices in the Effectiveness of JIT Practices: Implications for Plant Competitiveness. *Journal of Engineering and Technology Management*, 20 (3): 161-191.
- ANAND, G.; KODALI, R. (2009): Selection of Lean Manufacturing Systems Using the Analytic Network Process - a Case Study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20 (2): 258-289.
- AVELLA, L.; FERNANDEZ, E.; VAZQUEZ, C. J. (2001): Analysis of Manufacturing Strategy As an Explanatory Factor of Competitiveness in the Large Spanish Industrial Firm. *International Journal of Production Economics*, 72 (2): 139-157.
- AVELLA, L.; VAZQUEZ-BUSTELO, D. (2005): Es La Fabricación Ágil Un Nuevo Modelo De Producción. *UNIVERSIA BUSINESS REVIEW (SEGUNDO TRIMESTRE 2005)*: 94-107.
- BAGOZZI, R. P. (1994). "Structural Equation Models in Marketing Research: Basic Principles." 317-385 in *Principles of Marketing Research*, Bagozzi, R. P. Malden, MA: Blackwell Publishers.
- BANKER, R. D.; BARDHAN, I. R.; CHANG, H. H.; LIN, S. (2006): Plant Information Systems, Manufacturing Capabilities, and Plant Performance. *Mis Quarterly*, 30 (2): 315-337.
- BAYO-MORIONES, A.; BELLO-PINTADO, A.; MERINO-DÍAZ-DE-CERIO, J. (2008): The Role of Organizational Context and Infrastructure Practices in JIT Implementation. *International Journal of Operations & Production Management*, 28 (11): 1042-1066.
- BENTLER, P. M. (2002). *EQS 6 Structural Equations Program Manual*. Encino, CA: Multivariate Software, Inc.
- BIRDI, K.; CLEGG, C.; PATTERSON, M.; ROBINSON, A.; STRIDE, C. B.; WALL, T. D.; WOOD, S. J. (2008): The Impact of Human Resource and Operational Management Practices on Company Productivity: A Longitudinal Study. *Personnel Psychology*, 61 (3): 467-501.
- BONAVÍA MARTÍN, T.; MARIN-GARCIA, J. A. (2006): An Empirical Study of Lean Production in Ceramic Tile Industries in Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, 26 (5): 505-531.
- BOXALL, P.; MACKY, K. (2009): Research and Theory on High-Performance Work Systems: Progressing the High-Involvement Stream. *Human Resource Management Journal*, 19 (1): 3-23.
- BROWN, S.; BESSANT, J. (2003): The Manufacturing Strategy Capabilities Links in Mass Customisation and Agile Manufacturing - an Exploratory Study. *International Journal of Operations & Production Management*, 23 (7): 707-730.
- CALLEN, J. L.; MOREL, M.; FADER, C. (2005): Productivity Measurement and the Relationship Between Plant Performance and JIT Intensity. *Contemporary Accounting Research*, 22 (2): 271-309.
- CHALLIS, D.; SAMSON, D.; LAWSON, B. (2005): Impact of Technological, Organizational and Human Resource Investments on Employee and Manufacturing Performance: Australian and New Zealand Evidence. *International Journal of Production Research*, 43 (1): 81-107.

- CUA, K.; MCKONE, K.; SCHROEDER, R. G. (2001): Relationships Between Implementation of TQM, JIT, and TPM and Manufacturing Performance. *Journal of Operations Management*, 19 (6): 675-694.
- DA SILVEIRA, G.; BORENSTEIN, D.; FOGLIATTO, F. S. (2001): Mass Customization - Literature Review and Research Directions. *Int.J.Production Economics*, 72: 1-13.
- DABHILKAR, M.; AHLSTROM, P. (2007): "The Impact of Lean Production Practices and Continuous Improvement Behavior on Plant Operating Performance".
- DEVARAJ, S.; HOLLINGWORTH, D. G.; SCHROEDER, R. G. (2004): Generic Manufacturing Strategies and Plant Performance. *Journal of Operations Management*, 22 (3): 313-333.
- DIAZ, M. S.; GIL, M. J. A.; MACHUCA, J. A. D. (2005): Performance Measurement Systems, Competitive Priorities, and Advanced Manufacturing Technology - Some Evidence From the Aeronautical Sector. *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (7-8): 781-799.
- DOOLEN, T. L.; HACKER, M. E. (2005): A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. *International Journal of Manufacturing Systems*, 24 (1): 22-67.
- DUGUAY, C.; LANDRY, S.; PASIN, F. (1997): From Mass Production to Flexible/Agile Production. *International Journal of Operations & Production Management*, 17 (12): 1183-1195.
- FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; SAKAKIBARA, S. (1994): A Framework for Quality Management Research and an Associated Measurement Instrument. *Journal of Operations Management*, 11 (4): 339-366.
- FLYNN, B. B.; SAKAKIBARA, S. (1995): Relationship Between JIT and TQM: Practices and Performance. *Academy of Management Journal*, 38 (5): 1325-1360.
- FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; FLYNN, E. J. (1999): World Class Manufacturing: an Investigation of Hayes and Wheelwright's Foundation. *Journal of Operations Management*, 17: 249-269.
- FORZA, C. (1996): Work Organization in Lean Production and Traditional Plants - What Are the Differences. *International Journal of Operations & Production Management*, 16 (2): 42+.
- FORZA, C.; NUZZO, F. D. (1998): Meta-Analysis Applied to Operations Management: Summarizing the Results of Empirical Research. *International Journal of Production Research*, 36 (3): 837-861.
- FUENTES-FUENTES, M.; ALBACETE-SAEZ, C. A.; LLORENS-MONTES, F. J. (2004): The Impact of Environmental Characteristics on TQM Principles and Organizational Performance. *Omega*, 32 (6): 425-442.
- FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S. (2001): The Production Performance Benefits From JIT Implementation. *Journal of Operations Management*, 19 (1): 81-96.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. (1995). *Multivariate data analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. (1999). *Análisis de datos multivariante*. Prentice Hall.
- HOGAN, E. A.; MARTELL, D. A. (1987): A Confirmatory Structural Equations Analysis of the Job Characteristics Model. *Organizational Behavior and Human DEcision Processes*, 39 (2): 242-263.

- INMAN, A.; MEHRA, S. (1990): The Transferability of Just-in-Time Concepts to American Small Businesses. *Interfaces*, 20 (2): 30-37.
- ISMAIL, H.; REID, I.; MOONEY, J.; POOLTON, J.; AROKIAM, I. (2007): How Small and Medium Enterprises Effectively Participate in the Mass Customization Game. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54 (1): 86-97.
- KETOKIVI, M.; SCHROEDER, R. G. (2004a): Manufacturing Practices, Strategic Fit and Performance: A Routine-Based View. *International Journal of Operations & Production Management*, 24 (1/2): 171-191.
- KETOKIVI, M. A.; SCHROEDER, R. G. (2004b): Strategic, Structural Contingency and Institutional Explanations in the Adoption of Innovative Manufacturing Practices. *Journal of Operations Management*, 22 (1): 63-89.
- KRISHNAMURTHY, R.; & YAUCH, C. A. (2007): Leagile Manufacturing - a Proposed Corporate. *International Journal of Operations & Production Management*, 27 (6): 588-604.
- LAOSIRIHONGTHONG, T.; DANGAYACH, G. S. (2005): A Comparative Study of Implementation of Manufacturing Strategies in Thai and Indian Automotive Manufacturing Companies. *International Journal of Manufacturing Systems*, 24 (2): 131-143.
- LEE, C. Y. (1996): The Applicability of Just-in-Time Manufacturing to Small Manufacturing Firms: An Analysis. *International Journal of Management*, 13 (2): 249-259.
- LIN, W. B. (2006): The Exploration of Employee Involvement Model. *Expert Systems With Applications*, 31 (1): 69-82.
- MARIN-GARCIA, J. A.; BONAVIA, T.; ARDO DEL VAL, M. (2009): "An Empirical Analysis of Lean Manufacturing Framework in Spanish Ceramic Companies". XIX CONGRESO NACIONAL DE ACEDE (SEPTIEMBRE 2009, TOLEDO-Spain).
- MARTIN PEÑA, M. L.; DÍAZ GARRIDO, E. (2007): Impacto De La Estrategia De Produccion En La Ventaja Competitiva y En Los Resultados Operativos. *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management*: 367-377.
- MARTÍNEZ-COSTA, M.; JIMÉNEZ-JIMÉNEZ, D. (2009): The Effectiveness of TQM: The Key Role of Organizational Learning in Small Businesses. *International Small Business Journal*, 27 (I): 98-125.
- MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G.; CUA, K. O. (2001): The Impact of Total Productive Maintenance Practices on Manufacturing Performance. *Journal of Operations Management*, 19 (1): 39-58.
- MOLINA, L. M.; LLORÉS-MONTES, J.; RUIZ-MORENO, A. (2007): Relationship Between Quality Management Practices and Knowledge Transfer. *Journal of Operations Management*, 25: 682-701.
- MONPLASIR, L. (2002): Enhancing CSCW With Advanced Decision Making Tools for an Agile Manufacturing System Design Application. *Group Decision and Negotiation*, 11: 45-63.
- NARASIMHAN, R.; SWINK, M.; KIM, S. W. (2005): An Exploratory Study of Manufacturing Practice and Performance Interrelationships - Implications for Capability Progression. *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (9-10): 1013-1033.
- NARASIMHAN, R.; SWINK, M.; KIM, S. W. (2006): Disentangling Leanness and Agility: An Empirical Investigation. *Journal of Operations Management*, 24: 440-457.

- RAYMOND, L.; ST-PIERRE, J. (2005): Antecedents and Performance Outcomes of Advanced Manufacturing Systems Sophistication in SMEs. *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (5-6): 514-533.
- SAURIN, T.; FERREIRA, C. (2008): Avaliação Qualitativa Da Implantação De Práticas Da Produção Enxuta: Estudo De Caso Em Uma Fábrica De Máquinas Agrícolas. *Gestao & Produção*, 15: 449-462.
- SCHROEDER, R. G.; BATES, K. A.; JUNTILA, M. A. (2002): A Resource-Based View of Manufacturing Strategy and the Relationship to Manufacturing Performance. *Strategic Management Journal*, 23 (2): 105.
- SHAH, R.; WARD, P. T. (2007): Defining and Developing Measures of Lean Production. *Journal of Operations Management*, 25 (4): 785-805.
- SHIH, T. H.; XITAO, F. (2008): Comparing Response Rates From Web and Mail Surveys: A Meta-Analysis. *Field Methods*, 20 (3): 249-271.
- SILA, I. (2007): Examining the Effects of Contextual Factors on TQM and Performance Through the Lens of Organizational Theories: An Empirical Study. *Journal of Operations Management*, 25 (1): 83-109.
- SPREITZER, G. M. (1995): Psychological Empowerment in the Workplace - Dimensions, Measurement, and Validation. *Academy of Management Journal*, 38 (5): 1442-1465.
- SWINK, M.; NAIR, A. (2007): Capturing the Competitive Advantages of AMT: Design-Manufacturing Integration As a Complementary Asset. *Journal of Operations Management*, 25: 736-754.
- SWINK, M.; NARASIMHAN, R.; KIM, S. W. (2005): Manufacturing Practices and Strategy Integration: Effects on Cost Efficiency, Flexibility, and Market-Based Performance. *Decision Sciences*, 36 (3): 427-457.
- TARÍ, J. J.; MOLINA, J. F.; CASTEJÓN, J. L. (2007): The Relationship Between Quality Management Practices and Their Effects on Quality Outcomes. *European Journal of Operational Research*, 183: 483-501.
- ULLMAN, J. B.; BENTLER, P. M. (2004). "Structural Equation Modeling." 431-458 in *Handbook of Data Analysis*, Hardy, M. & Bryman, A. SAGE.
- URGAL GONZÁLEZ, B.; GARCÍA VÁZQUEZ, J. M. (2006): Decisiones De Producción, Capacidades De Producción y Prioridades Competitivas. Un Estudio Aplicado Al Sector Del Metal En España. *Investigaciones Europeas De Dirección y Economía De La Empresa*, 12 (3): 133-149.
- VAZQUEZ-BUSTELO, D.; AVELLA, L. (2006a): Agile Manufacturing: Industrial Case Studies in Spain. *Technovation*, 26: 1147-1161.
- VAZQUEZ-BUSTELO, D.; AVELLA, L. (2006b): "Contraste Empírico Del Modelo De Fabricación Ágil En España". Valencia: XVI congreso nacional de la Asociación Científica de Economía y Dirección de Empresas.
- WHITE, R. E.; PEARSON, J. N.; WILSON, J. R. (1999): JIT Manufacturing: A Survey of Implementations in Small and Large U.S. Manufacturers. *Management Science*, 45 (1): 1-16.
- WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. (2001): The Relationship Between JIT Practices and Type of Production System. *Omega*, 29 (2): 113-124.

WOOD, S.; DE MENEZES, L. M. (2008): Comparing Perspectives on High Involvement Management and Organizational Performance Across the British Economy. *The International Journal of Human Resource Management*, 19 (4): 639-683.

Capítulo 2

**Questionnaire validation to measure the application grade of the alternative tools
to the mass production**

Questionnaire validation to measure the application degree of alternative tools to mass production*

Juan A. Marin-Garcia⁺; Paula Carneiro

ROGLE- Dpto. de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera S/N 46021 Valencia.

(Received xxx, revised xxx, accepted xxx, will be set by the editor)

Abstract. The most popular alternative systems to mass production at an academic level (lean manufacturing, agile manufacturing, flexible customization, mass customization...) share many characteristics. Our article identifies an extensive set of alternative practices to mass production; analyzes the classification of practices in categories (bundles); creates a questionnaire to measure the degree of use, from the items in a questionnaire validated in other researches; and verifies the adjusted goodness of the proposed scales. In order to achieve these objectives, the questionnaire was provided to 128 Spanish companies. The results allow us to identify 81 sets of practices already compared in published researches and to verify the adjusted goodness of the scales (14 in total), leaving for a future research any detailed analyses of the factorial structure of the scales with worse adjustment

Keywords: lean manufacturing, questionnaire validation, EQS

* This work was carried out with the support of Universidad Politécnica de Valencia (PAID-06-09-2850). We would like to thank the Foreign Language Co-ordination Office at the Polytechnic University of Valencia for their help in translating this article.

⁺ Corresponding author.. *E-mail address:* jamarin@omp.upv.es.

Questionnaire validation to measure the application degree of alternative tools to mass production

Abstract. The most popular alternative systems to mass production at an academic level (lean manufacturing, agile manufacturing, flexible customization, mass customization...) share many characteristics. Our article identifies an extensive set of alternative practices to mass production; analyzes the classification of practices in categories (bundles); creates a questionnaire to measure the degree of use, from the items in a questionnaire validated in other researches; and verifies the adjusted goodness of the proposed scales. In order to achieve these objectives, the questionnaire was provided to 128 Spanish companies. The results allow us to identify 81 sets of practices already compared in published researches and to verify the adjusted goodness of the scales (14 in total), leaving for a future research any detailed analyses of the factorial structure of the scales with worse adjustment

Keywords: lean manufacturing, questionnaire validation, EQS

1. Introduction

The number of scientific publications related to mass production alternative systems in the last 20 years is abundant. The most popular alternative system proposal in the academic world is lean manufacturing, although other ways to refer to the production systems that share many characteristics with lean manufacturing cannot be left aside. For example, agile manufacturing [1; 2], flexible customization [1; 3], mass customization [4; 5], etc.

Our research is enclosed within the line different authors are working at international level [6-8] and cast up from the recent adaptations to create and to validate questionnaires of operation management practices in Spanish [9-12]. We extend previous researches in various aspects. First, we confirm that, in practice, the tools defined in production models alternative to mass production are basically the same, thus defining the set of tools important to use in a company. In the second place, a broad questionnaire representing a sufficient number of items and constructs related to the alternative tools to mass production (and not only the 4 or 5 constructs that are usual in almost all the published researches) is created. Moreover, we validate the factorial model, and verify whether the grouping of items in the proposed categories in the theoretical models adjusts to the obtained data set. Finally, the validation of a questionnaire on the tools in Spanish and in a sample other than the usual one (automotive, electronics, machinery, etc.) become an important contribution since it shows consolidated tools regardless of the researched sector or country.

2. Literature Review

Several authors consider that the expressions lean manufacturing, flexible, agile or mass customization represent different approaches to the productive system [13; 14]. Some opinions are based on the fact that a company using lean manufacturing can be considered to be a mass production company that has eliminated wastes whereas a flexible company is different because it has the capacity to better adjust to the environment but not so fast as an agile company [15]. On the other hand, the concept of agile manufacture is considered to be based on flexible manufacturing, lean manufacturing and Time based competition [2]. For this reason, the authors claim that agile manufacturing combines the efficiency of lean manufacturing with the operative flexibility of flexible manufacturing, offering personalized solutions with similar costs to mass production. After that, we provide a very brief review on each of these systems and verify whether they are really so different to each other with regards to the practices that they start up.

Lean manufacturing is dealt in the literature as a set of tools as its main objective eliminating the waste

(time, space, personnel, material, rework, stocks, etc.) [7]. The list of lean manufacturing tools is large and not always homogenous, although they can be classified in five categories, namely total quality management (TQM), just-in-time (JIT), total preventive maintenance (TPM), supplier relationship, and product and process development [16-19]. Some authors include as a sixth element the continuous improvement culture and the worker involvement. But others consider that this element is necessary but independent of the specific practices of lean manufacturing [20; 21].

Flexible manufacturing is defined as the ability of a company to adapt to the demand fluctuations and the other changes in its environment [15]. But it is also understood as the capacity to produce diverse products under the same production chain, establishing an wide product range, admitting production volume modifications and multiple processes [13]. Flexible systems are focused, primordially, on production technology, including automated material handling systems and machinery [13]. The main objective of flexible manufacturing is to do the necessary changes to adapt to the new market requirements, to improve quality, costs, manufacturing times and delivery, simultaneously [15]. In order to ensure these objectives, it is necessary to maintain a closer relationship with customers and suppliers, use advanced manufacturing technologies, have an organizational structure with less levels and use innovative human resources policies [15].

Most authors define agility as the ability to attend the customer's needs in the minor time possible and at low cost [2; 5]. It has been suggested that agile manufacturing groups up diverse techniques, among them just in time, cell manufacturing, flexible manufacturing and total quality management. All techniques are used with the objective to improve quality, productivity and customer service [22]. Some authors claim that there exists clear dividing lines between lean manufacturing and agile manufacturing systems [2; 23]. In principle, agile manufacture is an integration of both flexible manufacturing and lean manufacturing concepts [2].

Mass customization is a strategy related to the ability to offer customized products or services by means of flexible processes with high volumes and at a low cost [13]. The main objective of mass customization is to attend the customer specific necessities [24]. This is obtained by means of four customization profiles [5], which include designers who work together with their customers, products standard which the customer can change during use, a standard product set which is unique for each customer; and products which are modified according to specific individual needs. Mass customization uses some elements of lean manufacturing (product development, supplier chain management, production management, continuous improvement), which includes the after-sales service and marketing [14].

Reviewing the information commented in the previous paragraphs, it seems possible that the principles or underlying philosophies of each of the systems are different. Nevertheless, if we pay attention only to the practices that are put into practice (see table 1), we can see that they are mainly very similar. The table does not include human resources management practices since we found that they occur in many ways, for example as an independent construct [11], as many constructs or dimensions [25] or as practices included in others constructs included in the table [10; 26]. We consider that the detailed analysis of the impact of human resources practices in operations management exceeds the objectives of this essay and it will be dealt with in more detail in a future research.

Table 1: Production systems and set of related practices included in previous research

Construct	Lean manufacturing	Flexible manufacturing	Agile manufacturing	Mass customization
Visual Management	[7; 27; 28]			
Continuous Improvement	[7; 18; 19; 28-30]	[15; 23; 31]	[22]	[32]
TQM	[7; 18; 26; 27]	[11; 15; 33; 34]	[22]	[5]
JIT/ Kanban	[7; 18; 26-28]	[20]	[35]	
Process Standardization	[19; 27; 28; 36]			
SMED	[7; 27-29; 36]	[20]	[23]	[23]
Line Balancing	[7; 26-28]	[20]	[22; 35]	
Continuous flow and Cell manufacturing	[7; 19; 27-29]	[33; 37]	[12]	[5; 32]
TPM	[7; 18; 27; 28]	[15]		
Supplier relationship	[7; 18; 19; 26; 27]	[15; 37]	[12; 35; 38]	[32]

Customer relationship	[7; 18; 19; 27]	[15]	[12; 39]	[32]
Automatization and Proprietary equipment		[11; 15; 31; 33; 34; 37; 40; 41]	[12; 35; 39]	
Design integrated with manufacturing	[7; 18; 26; 27]	[11; 37]	[35; 38]	
Knowledge management	[30; 42]			

As table 1 shows, the set of alternative practices to mass production can be classified in around 14 constructs with good references in the academic literature. These constructs and the indicators that compose them would be **visual management** (Concern and effort to preserve a clean and tidy working area, graphs of run-down times, % errors, productivity, visual systems for incidences, Value Stream Mapping), **continuous improvement** (The workers' suggestions are valued and implemented to improve products, use of workers' teams for problem solving, quality circles), **quality management** (The product quality improvement lead by managers, involvement of the different departments in the product 3improvement, use of statistical process control, graphs of control, detection of errors on site, line shutdown due to quality problems), **just-in-time** (encouragement by managers to use JIT production, efforts to reduce the batch size, use of kanban in the company and with suppliers), **process standardization** (Standardization of operations, periodical standardization and revision of procedures), **single minute exchange of die** (Efforts to reduce the set-up times, "external operations" most of the time, workers trained in fast batch changes, importance to reduction of the batch change time given by managers, always-ready-to-produce machines), **total preventive maintenance** (Workers dedicate a part of their working day only to the maintenance of the machines they use, importance given to the quality-related maintenance of the machines, maintenance workers concentrated in helping production personnel in performing preventive maintenance), **continuous flow and cell manufacturing** (Machines are grouped according to the product manufactured, workstations are close to machines to reduce movements), **line balancing** (Program compliance graphs located close of the workstations, daily product programming, programming considering the shutdown time, balanced production program, bottle necks identification, time "takt" calculation of each line, production rate related to the customer demand rate), **supplier relationship** (operations integrated with those of suppliers, use of sub-contracting, long term relationship with suppliers, reduced group of suppliers, closer relationships with suppliers, collaboration with suppliers to improve quality, information exchange for production plans or demand predictions, % of components provided daily, suppliers holding quality certificates, team work together with suppliers), **customer relationship** (closer customer-company relationship, customer needs surveys, operation integrated with those of customers, delivery quality information, team work together with customers), **automatization and proprietary equipment** (Exclusive machinery, machines patents, workers knowledge, suppliers make specific investments, learning from other workers, manufacturing flexible systems, continuous learning after new machinery introduction, automatic systems to storage and dispense materials, automatic identification, EDI, ERP, MRPII), **design integrated with manufacturing** (Design for assembly, several department involved in the design from the start, complete revision of designs before manufacture, only necessary design specifications, minimised component design, CAD/CAE, customers and suppliers involved in design) and **knowledge management** (Procedures supporting innovative ideas, information systems to spread knowledge, workers who constantly access, apply and update knowledge, formal mechanisms to share better practices).

In order to measure the level of implementation of these constructs, different scales have been used. Normally, the validation of these scales has been limited to an exploratory factorial analysis and to verify the value of α -Cronbach of the extracted factors. However, in some studies other indicators of the adjustment goodness appear. The authors who defined indicators related to visual management found an α -Cronbach around 0.80 [7; 25]. The construct continuous improvement has been used by different authors with α -Cronbach between 0.76 and 0.91 [10; 29; 30]. Total quality management has been dealt with in many researches. The α -Cronbach values obtained are between 0.63 and 0.89 [10; 26]. However, this construct has been considered in several occasions as a factor of second order made up of several dimensions, namely statistical control, with an α -Cronbach between 0.83 and 0.90 [7; 43; 44], continuous improvement, with an α -Cronbach of 0.76 [10], and supplier management with an α -

Cronbach of 0.62 [10].

Some researches have used the construct lean manufacturing as a unique factor, obtaining values of α -Cronbach over 0.85 [27; 29]. However, it is more common to study it as a factor of second order made up of several constructs [7; 45]. These are JIT/Kanban (α -Cronbach between 0.524 and 0.946), single minute exchange of die (α -Cronbach of 0.75), line balancing (α -Cronbach between 0.75 and 0.86) and continuous flow and cell manufacturing (α -Cronbach of 0.75).

The construct TPM was studied using three types of item combination. Some were posed together with questions about JIT [26], others with questions about TQM [9] and others as a unique construct. The authors that studied it as a unique construct, obtained an α -Cronbach over 0.7 [7; 46].

The indicators to the construct supplier relationship have obtained values of α -Cronbach between 0.62 and 0.97 [10; 44]. The construct customer relationship does not have clear results between the different studies. Some researches got an α -Cronbach of 0.54 [10], whereas others, with samples of the same country, obtained an α -Cronbach of 0.98 [44]. Studies conducted in different countries, but using indicators very similar to the defined by Tari et al. [10] obtained high values of α -Cronbach.

The indicators for the construct automatization, used in published researches, obtained an α -Cronbach between 0.64 and 0.84 [16; 41]. The authors who researched design integrated with manufacturing, extracted an α -Cronbach between 0.65 and 0.89 [11; 43]. Finally, a few authors researched the construct knowledge management but they obtained a high α -Cronbach, between 0.79 and 0.89 [30; 44].

Most authors who used measures of adjusted goodness with structural **equation** modelling (EQS), only provided the statistical data of the complete model and not of the scales [7; 10; 16; 47]. In the reviewed literature, only Narasimhan et al. [25] validated the scales individually.

We consider that the lack of data on the measurement model of alternative practices to lean manufacturing makes our research necessary. With it, we aim at verifying the factorial grouping of the items of the constructs mentioned in previous literature by providing an analysis of a new data set both in the industry and the country where it was obtained. This, in turn, gives way to an opportunity for model generalization. In this sense, our work contributes to it with two main aspects. On the one hand, the scale definition is kept in agreement with the theoretical frame and no items are discarded due to the sample adjustment level. On the other hand a confirmatory factor analysis is used to complement the explanatory factor analysis and α -Cronbach as a means for model validation.

3. Methodology

The objectives of our research are to identify a set of alternative practices to mass production that is mainly accepted, to create a standardized questionnaire that measures the degree of use of the practices in alternative systems to mass production and that is created from the items used in questionnaires validated in other researches, and to validate the scales verifying the adjusted goodness of each of the constructs. For construct validity, the measurement model of each factor (figure 1) takes into consideration that each indicator is only associated to one construct [48]. A strategy of confirming model is also followed. In this strategy, the starting point is a unique model where all the relations are clearly established. We verify whether this model adjusts to the data [49] or not.

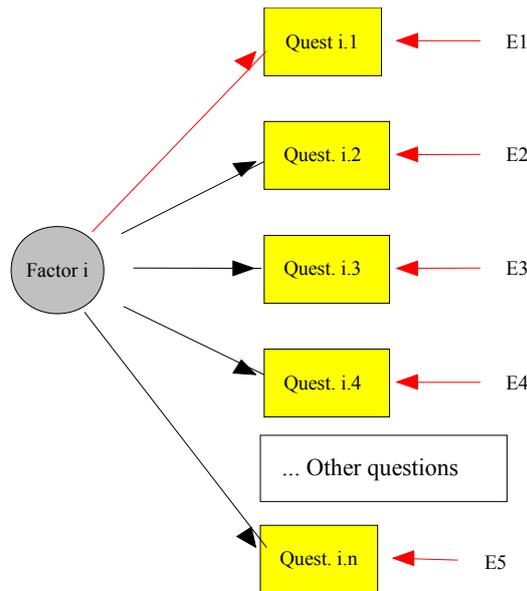


Figure 1.- Measurement model

We verify that the values of adjusted goodness of the model are adequate (table 2) and that the compound reliability is over 0.7 [49]. Finally we establish that the values of α -Crobach exceed 0.70 [10; 49; 50] and that the extracted variance is over 40% [49]. The analyses have been performed using an EQS program with the method of estimation of parameters of maximum probability. When it was possible, we calculated the indicators with the robust method [51; 52].

Table 2.- Values recommended for a satisfactory adjustment of the models [10; 49; 51; 53; 54]

Chi2 significan ce	(Satorra- Bentler scaled) Chi2/Degree of Freedom	Comparati ve fit index CFI	Bollen Fit index IFI	McDolland Fit index MFI	Lisrel Index GFI	Fit	Root mean square error of approximatio n RMSEA	AGFI
> 0.05	< 5	>0.90	>0.90	>0.90	>.85		< 0.10	>0.90

4. Sample description

The population subject to this study is composed by Sheltered Work Centers for the disabled in Spain (646). After a first telephone contact with the company, an electronic mail address from a person with a responsible job in that same company (Manager, Person in charge of Production, Person in charge of Quality, etc.) was requested so that we could send the link to the questionnaire which was to be completed on the Web site. If a questionnaire was not completed, up to three electronic mails were sent before the questionnaire was considered to be unanswered. A total of 237 answers were received. Only 128 of them had all the complete data (19.81% rate of answer), which was the information used in the research.

5. Results and discussion

Table 3 summarises the descriptive statistics of the items forming the factors included in the research. The degree of use of alternative practices to mass production vastly varies amongst the companies included in the survey. Thus, while practices such as tidiness and cleanliness, suggestion systems or involvement of people in charge in quality improvement are quite frequent, practices as the use of pull

systems or Value stream Mapping are almost non-existent. In general, the factors of customer relationship, continuous improvement, standardization of processes, cell manufacturing and supplier relationship are the most widely implemented in the surveyed companies. In the opposite end, practices like JIT/Kanban, single minute Exchange of die, automatization and proprietary equipment, design integrated with manufacturing and knowledge management virtually do not appear in the survey. The rest of the factors are shown as being moderately introduced.

Table 3. Descriptive Statistics of items in questionnaire and factor aggregation.

Factor	Question	No.	Min	Max	Average	Standard deviation
Visual Management	At our plant, we are concerned about keeping all components, tools and instruments in their place	128	0	5	3,9	1,28
	We make an effort to keep the working area clean and tidy	128	0	5	3,99	1,26
	There are updated graphs near the equipment indicating the run-down times	128	0	5	0,77	1,49
	There are updated graphs near the workstations indicating the % of defective parts manufactured	128	0	5	0,77	1,41
	There are updated graphs near the workstations indicating the section productivity level	128	0	5	0,88	1,57
	There are visual systems that warn about any incidences in the line (Andon, systems using lights of different colours, horns and sirens...)	128	0	5	1,17	1,74
	Value Stream Mapping is used to represent the manufacturing or packaging lines	128	0	5	0,4	1,07
Continuous improvement	The people in charge in the company value and take seriously all the suggestions made by workers on processes, service/product improvement.	128	0	5	3,2	1,62
	Useful suggestions made by workers or supervisors (managers) are introduced.	128	0	5	3,23	1,44
	In order to improve processes and, services and products, problem resolution teams formed by workers are used	128	0	5	2,05	1,67
	Active personnel group participation to make suggestions on processes/ products improvement or problem resolution (quality circles, suggestion systems).	128	0	5	2,57	1,62
	Amount of production/service problems to be solved via work sessions of the personnel teams	128	0	5	2,26	1,55
TQM	The people in charge in the company lead and are actively involved in services/product quality improvement	128	0	5	3,72	1,51
	The different departments accept the responsibility of keeping and improving product and service quality	128	0	5	3,5	1,56
	The manufacturing or servicing machinery and the processes used are controlled via SPC	128	0	5	1,02	1,56
	Graphs are used to indentify whether our processes are within "control limits"	128	0	5	1,34	1,81
	Defect detection systems are used to detect them the moment they occur (JIDOKA, POKA YOKE...)	128	0	5	0,96	1,63
	Workers may stop or halt the line or a service if a quality problem is detected.	128	0	5	3,07	1,83
JIT/Kanban	Department managers encourage "just in time" production	128	0	5	1,71	1,81
	Efforts are made to reduce the size of the manufacturing or assembly batches	128	0	5	1,23	1,64
	Kanban cards or containers are used to control the plant production	128	0	5	0,38	1,08
	Kanban cards or containers are used instead of filling in supplier order forms	128	0	5	0,36	1,07
	Suppliers directly send orders in Kankan containers (so that no picking, unpacking and moving material to smaller containers is required)	128	0	5	0,45	1,19
Standardized operations	All workstation procedures have been studied and standardized	128	0	5	2,89	1,77
	Standardized procedures are continuously and periodically updated	128	0	5	2,38	1,77
	Standardized procedures are updated based on workers' contributions (complementing those by managers and engineers)	128	0	5	2	1,71
SMED	An effort is made to reduce the time spent changing batches (time spent making preparations to manufacture/assemble another product or to perform a different service)	128	0	5	1,91	1,90
	Most of the SMED have become "external operations" performed at the same time other workers make a product or a service	128	0	5	1,32	1,69
	Workers are trained to make quick batch changes and they practice to reduce the time they invest in this task	128	0	5	1,61	1,82
	Company managers give importance to batch change time reduction	128	0	5	1,85	1,91
	The machinery used is always ready to be used manufacturing	128	0	5	2,51	2,04
Line balancing	There are updated graphs near the workstations indicating the degree of compliance to production programs	102	0	5	1,24	1,74
	At the beginning of the working day/week, a work schedule (work orders) for all products or services to be completed during the day/week is available	103	0	5	2,93	2,04
	The work schedule is calculated taking into account time for line shutdown time (due to machinery shutdown, quality problems or any unexpected event))	103	0	5	2,38	1,96
	The production program is balanced so that every day/week the same "MIX" of products is manufactured or "MIX" of services is performed. Changes in orders are satisfied by adjusting the "MIX" repetition frequency	101	0	5	1,89	1,85
	The processes/processing bottle necks are identified and efforts are made to solve them	128	0	5	2,37	2,03

	The "takt" time for each line (the maximum time per unit allowed to produce a product in order to meet the customer demand) is calculated and the processing time of each workstation is adjusted according to that "takt"	128	0	5	1,96	1,93
	The production time or work is directly related to the customer rate demand	80	0	5	3,2	1,72
Continuous flow and Cell manufacturing	The machines are grouped according to the product family they produce	128	0	5	2,05	2,00
	The workstations are arranged so that they are close to each other and the material movements and trips the workers need to make are reduced	128	0	5	2,59	1,95
TPM	Workers dedicate part of their working hours to perform the maintenance of the machines they use	128	0	5	1,89	1,65
	We consider that adequate machine maintenance helps reaching high quality levels for our products or services and that it helps us comply with the production program	128	0	5	3,02	1,91
	Maintenance department workers (if any) focus on helping production workers to perform a preventive maintenance of the production machines they use	128	0	5	1,5	1,90
Supplier relationship	Our company operations are integrated with those of our suppliers (logistic collaboration, integrated information systems, mutual technical assistance)	128	0	5	2,21	1,70
	Part of our manufacturing processes or services is subcontracted	128	0	5	1,27	1,60
	We establish long term relationships with our suppliers	128	0	5	3,46	1,46
	We prefer having a reduced group of suppliers	128	0	5	2,96	1,60
	We have close work relationships with our suppliers (frequent and direct contact, mutual visits to our respective plants, collaboration agreements)	128	0	5	2,89	1,53
	We work together with our suppliers to improve the quality of the parts provided	128	0	5	2,5	1,68
	Commercial and technical data and information is exchanged with our supplier in order to develop together production programs or demand predictions	128	0	5	1,98	1,63
	Which amount of components used in the company is daily provided by our suppliers?	128	0	5	2,15	1,75
	How many of our suppliers hold a quality certificate?	128	0	5	2,5	1,94
	We use work equipment that work together with those of our suppliers	128	0	5	1,19	1,65
Customer relationship	We have close work relationships with our customers (frequent and direct contact, mutual visits to our respective plants, collaboration agreements)	128	0	5	3,83	1,34
	We survey or diagnose our customers' needs or requirements	128	0	5	2,89	1,70
	Our company processing is integrated with that of the customer (logistic collaboration, integrated information systems, mutual technical assistance)	128	0	5	2,44	1,86
	Customers provide us with feedback on product quality, delivery timing	128	0	5	3,12	1,83
Automatization and propriety equipment	The machines used to manufacture products/give services have been solely developed and built for your company	128	0	5	0,94	1,50
	Our company has the patent of product and service machinery and equipment	128	0	5	0,33	0,99
	Most of the workers have skills and knowledge that are only useful for the company	128	0	5	1,57	1,60
	Suppliers or investors have made specific investments that would be of no use in companies other than ours	128	0	5	0,7	1,24
	New workers can easily learn how to perform their tasks when they refer to experienced workers	128	0	5	2,85	1,81
	We use flexible systems (FMS) such as automatized multimachine systems (CAM or CNC) connected by an automatized material handling system	128	0	5	0,65	1,40
	How frequently continuous training and machine update are performed after a new machine has been set up?	128	0	5	1,57	1,73
	There are automatic material storage and dispensing systems in the company	128	0	5	0,47	1,20
	There are bar codes/automatic identification systems in the company	128	0	5	0,56	1,34
	We share integrated information systems with suppliers, distributors or final customer, for example EDI	128	0	5	0,58	1,27
Design integrated with manufacturing	The different department in the plant share integrated information, for example ERP	128	0	5	0,57	1,37
	Manufacturing resources planning (MRPII) is used in the company	128	0	5	0,53	1,30
	Components/services are designed so that they are easy to manufacture and assemble in the company lines (in case of services, they are easy to offer)	56	0	5	0,72	1,45
	Different departments or functions (I+D, production, marketing and sales...) involved since the very beginning in developing new products/services	56	0	5	0,63	1,33
	New product/service designed are completely reviewed before the manufacturing and sale	56	0	5	1,08	1,89
	During the design process an effort is made to set only those specifications that are clearly necessary	56	0	5	1,1	1,81
	We stress obtaining designs that reduce the amount of components/stages in products/services	55	0	5	0,87	1,62
	Computer assisted design and/or engineering (CAD/CAE) is used	56	0	5	0,76	1,64
	The customer is involved in the design and development process of new products/services	56	0	5	1,2	1,94
	We work together with suppliers during the product/service design and development process	56	0	5	0,74	1,52
Knowledge management	In the company there are regulations supporting innovative ideas research and exploitation	128	0	5	1,82	1,66
	We use information systems or data bases that allow knowledge to widespread through the company	128	0	5	1,71	1,72
	There are groups of workers that continuously have access, put into practice and update their working knowledge	128	0	5	1,41	1,60
	We use all formal mechanisms in order to share the best practices amongst the company personnel	128	0	5	1,91	1,61

In order to verify the scales validity we use four criteria, namely measures of adjusted goodness, compound reliability, α -Cronbach and extracted variance (see table 4). The results of adjusted goodness are good for 7 of the scales, that is standardization of processes, single minute exchange of die, continuous flow and cell manufacturing, TPM, supplier relationship, customer relationship, and knowledge management. Three other scales obtain results that, generally, could be considered acceptable although a bit weak. These are continuous improvement, automatization and proprietary equipment and design integrated with manufacturing. Yet, three scales (visual management, JIT/Kanban and line balancing) have unacceptable results. Nevertheless, the values α -Cronbach and reliability consisting in the 14 scales are high and would make us think that the scales are adequate. Finally, the extracted variance of 10 of the scales can be considered acceptable or very good. Only the scales of line balancing and supplier relationship fail in this section.

Table 4. Values of adjusted goodness, compound reliability, α -Cronbach and extracted variance of the scales.

Scale	Nº items	d.f. (ind)	Chi2 (Ind)	Chi2 signify	Chi2 /d.f.	CFI	IFI	MFI	GFI	AGFI	RMS EA	α	Reliability	Extr. Var.
Visual Mang.	7	14 (21)	91.8419 (278.887)	.00000	6.560	.698	.706	.738	.856	.712	.209	.813	.815	.429
Continuous Improv	5	5 (10)	36.1342 (209.039)	.00000	7.227	.844	.847	.885	.877	.630	.221	.784	.787	.454
TQM	6	9 (15)	105.8846 (286.242)	.00000	11.765	.643	.651	.685	.756	.430	.291	.806	.772	.395
JIT/KANBAN	5	5 (10)	71.7249 (203.450)	.00000	14.345	.655	.664	.771	.861	.582	.324	.979	.895	.654
Process Stand.	3	13 (21)	24.1027 (794.983)	.03020	1.540	.986	.986	.958	.932	.853	.082	.869	.955	.754
SMED	5	5 (10)	9.4807 (843.146)	.09136	1.896	.995	.995	.983	.959	.876	.084	.924	.928	.721
Line Bal.	7	14 (21)	53.0519 (132.399)	.00000	3.789	.649	.670	.687	.738	.476	.234	.802	.706	.311
Cont. Flow Cell Man.	3	8 (15)	5.9137 (569.831)	.65690	.0739	1.00	1.00	1.00	.984	.957	.000	.821	.948	.755
TPM	3	13 (21)	16.3716 (560.444)	.22964	1.259	.994	.994	.987	.963	.920	.045	.792	.936	.679
Supplier Rel.	10	35 (45)	48.3078 (384.408)	.06654	1.380	.961	.962	.949	.927	.885	.055	.831	.836	.361
Customer Rel	4	2 (6)	2.1526 (102.464)	.34085	1.076	.998	.998	.999	.990	.949	.025	.759	.773	.463
Autom. Prop. Equip.	12	54 (66)	97.2734 (327.798)	.00028	1.801	.835	.842	.844	.819	.739	.079	.879	.894	.424
Design Int. Man.	8	20 (28)	30.6858 (272.708)	.05948	1.534	.956	.958	.907	.766	.579	.099	.961	.963	.764
Know. Man.	4	2 (6)	3.2011 (526.764)	.20178	1.601	.998	.998	.995	.986	.930	.069	.921	.921	.745

6. Conclusions

In spite of the abundant literature on this subject, it is not easy to find studies that validate, in a complete way, the scales used to measure the degree of use of the management practices of alternative operations to mass production. The companies studied have introduced these practices at a certain degree. Considering the four commented criteria together, 13 of the 14 proposed scales could be considered valid, although a detailed analysis of dimensionality and components of some of them is recommended. The scale of line balancing must be studied in the future in order to improve its psychometric properties.

7. References

- [1] Agarwal,A., Shankar,R., Tiwari,M.K. (2006). Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. *European Journal of Operational Research*, 173(1):211-225.
- [2] Vazquez-Bustelo,D., Avella,L. (2006). Agile manufacturing: Industrial case studies in Spain.

Technovation, 26:1147-1161.

- [3] Narain,R., Yadav,R.C., Antony,J. (2004). Productivity gains from flexible manufacturing: Experiences from India. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 53(2):109-128.
- [4] Ismail,H., Reid,I., Mooney,J., Poolton,J., Arokiam,I. (2007). How small and medium enterprises effectively participate in the mass customization game. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 54(1):86-97.
- [5] Brown,S., Bessant,J. (2003). The manufacturing strategy capabilities links in mass customisation and agile manufacturing - an exploratory study. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(7):707-730.
- [6] Holweg,M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, 25:420-437.
- [7] Shah,R., Ward,P.T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25(4):785-805.
- [8] Staudacher,A.P., Tantardini,M. (2007). Lean Production implementation: a survey in Italy. *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management*:1269-1279.
- [9] Martín Peña,M.L., Díaz Garrido,E. (2007). Impacto de la estrategia de producción en la ventaja competitiva y en los resultados operativos. *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management*:367-377.
- [10] Tarí,J.J., Molina,J.F., Castejón,J.L. (2007). The relationship between quality management practices and their effects on quality outcomes. *European Journal of Operational Research*, 183:483-501.
- [11] Urgal González,B., García Vázquez,J.M., Diz Comensaña,M.E. (2007). Automatización Flexible, Ingeniería de Diseño y Fabricación, Gestión de Calidad y Empowerment: Evidencia Empírica de su Contribución a la Creación de Capacidades Estratégicas. *Automatización*:35-52.
- [12] Vazquez-Bustelo, D, Avella, L. (2006). Contraste empírico del modelo de fabricación ágil en España. Valencia, XVI congreso nacional de la Asociación Científica de Economía y Dirección de Empresas.
- [13] Krishnamurthy,R., & Yauch,C.A. (2007). Leagile manufacturing - a proposed corporate. *International Journal of Operations & Production Management*, 27(6):588-604.
- [14] Da Silveira,G., Borenstein,D., Fogliatto,F.S. (2001). Mass customization - Literature review and research directions. "*Int.J.Production Economics*, 72:1-13.
- [15] Duguay,C., Landry,S., Pasin,F. (1997). From mass production to flexible/agile production. *International Journal of Operations& Production Management*, 17(12):1183-1195.
- [16] Swink,M., Narasimhan,R., Kim,S.W. (2005). Manufacturing practices and strategy integration: Effects on cost efficiency, flexibility, and market-based performance. *Decision Sciences*, 36(3):427-457.
- [17] Bonavía Martín,T., Marin-Garcia,J.A. (2006). An empirical study of lean production in ceramic tile industries in Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(5):505-531.
- [18] Gurumurthy,A., Kodali,R. (2008). A multi-criteria decision-making model for the justification of lean manufacturing systems. *International Journal of Management Scienceand Engineering Management*, 3(4):100-118.
- [19] Carrasqueira,M., Machado,V.C. (2008). Strategic logistics: Re-designing companies in accordance with Lean Principles. *International Journal of Management Scienceand Engineering Management*, 3(4):294-302.
- [20] Ahmad,S., Schroeder,R.G., Sinha,K.K. (2003). The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness. *Journal of Engineering and Technology Management*, 20(3):161-191.
- [21] Sakakibara,S., Flynn,B.B., Schroeder,R.C., Morris,W.T. (1997). The impact of Just-In-Time manufacturing and its infrastructure on manufacturing performance. *Management Science*, 43(9):1246.
- [22] Monplasil,L. (2002). Enhancing CSCW with Advanced Decision Making Tools for an Agile Manufacturing System Design Application. *Group Decision and Negotiation*, 11:45-63.
- [23] Avella,L., Vazquez-Bustelo,D. (2005). Es la fabricación ágil un nuevo modelo de producción. *UNIVERSIA BUSINESS REVIEW(SEGUNDO TRIMESTRE 2005)*:94-107.
- [24] Ahlstrom,P., Westbrook,R. (1999). Implications of mass customization for operations

management - An exploratory survey. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3):262-274.

[25] Narasimhan,R., Swink,M., Kim,S.W. (2006). Disentangling leanness and agility: An empirical investigation. *Journal of Operations Management*, 24:440-457.

[26] Kannan,V.R., Tan,K.C. (2005). Just in time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance. *Omega-International Journal of Management Science*, 33(2):153-162.

[27] Doolen,T.L., Hacker,M.E. (2005). A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. *International Journal of Manufacturing Systems*, 24(1):22-67.

[28] Marin-Garcia,J.A., Pardo del Val,M., Bonavía Martín,T. (2006). The Impact of Training and ad hoc Teams in Industrial Settings. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 1(2):137-147.

[29] Dabhilkar, M, Ahlstrom, P. (2007). The Impact of Lean Production Practices and Continuous Improvement Behavior on Plant Operating Performance. 8th International CINet Conference. Continuous Innovation - Opportunities and Challenges .

[30] Jorgensen,F., Laugen,B.T., Vujovic,S. (2008). Organizing for Continuous Improvement. *CINet(2008)*:482-493.

[31] Challis,D., Samson,D., Lawson,B. (2005). Impact of technological, organizational and human resource investments on employee and manufacturing performance: Australian and New Zealand evidence. *International Journal of Production Research*, 43(1):81-107.

[32] Radder,L., Louw,L. (1999). Mass customization and mass production. *The TQM Magazine*, 11(1):35-40.

[33] Yadav,R.N., Yadav,R.C., Sarkis,J., Cordeiro,J. (2000). The strategic implications of flexibility in manufacturing systems. *International Journal of Agile Management Systems*, 2(3):202-213.

[34] Swink,M., Nair,A. (2007). Capturing the competitive advantages of AMT: Design-manufacturing integration as a complementary asset. *Journal of Operations Management*, 25:736-754.

[35] Banker,R.D., Bardhan,I.R., Chang,H.H., Lin,S. (2006). Plant information systems, manufacturing capabilities, and plant performance. *Mis Quarterly*, 30(2):315-337.

[36] Treville,S.d., Antonakis,J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*, 24(2):99-123.

[37] Lau,R.S.M. (2006). Critical factors for achieving manufacturing flexibility. *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3):328-341.

[38] Avella,L., Fernandez,E., Vazquez,C.J. (2001). Analysis of manufacturing strategy as an explanatory factor of competitiveness in the large Spanish industrial firm. *International Journal of Production Economics*, 72(2):139-157.

[39] Sharifi,H., Zang,Z. (2001). Agile manufacturing in practice - Application of a methodology. *Journal of Operations & Production Management*, 21(5/6):772-794.

[40] Raymond,L., St-Pierre,J. (2005). Antecedents and performance outcomes of advanced manufacturing systems sophistication in SMEs. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(5-6):514-533.

[41] Sohal,A.S., Sarros,J., Schroder,R., O'Neill,P. (2006). Adoption framework for advanced manufacturing technologies. *International Journal of Production Research*, 44(24):5225-5246.

[42] Marin-Garcia,J.A., Zarate Martínez,M.E. (2007). A thoretical review of knowledge management and teamworking in the organizations. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 2(4):278-288.

[43] Narasimhan,R., Swink,M., Kim,S.W. (2005). An exploratory study of manufacturing practice and performance interrelationships - Implications for capability progression. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(9-10):1013-1033.

[44] Molina,L.M., Llorés-Montes,J., Ruiz-Moreno,A. (2007). Relationship between quality management practices and knowledge transfer. *Journal of Operations Management*, 25:682-701.

[45] Flynn,B.B., Sakakibara,S. (1995). Relationship between JIT and TQM: Practices and

performance. *Academy of management Journal*, 38(5):1325-1360.

[46] Cua,K., McKone,K., Schroeder,R.G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, 19(6):675-694.

[47] Peng,D., Schroeder,R.G., Shah,R. (2008). Linking routines to operations capabilities: A new perspective. *Journal of Operations Management*, 26:730-748.

[48] Hogan,E.A., Martell,D.A. (1987). A confirmatory structural equations analysis of the job characteristics model. *Organizational Behavior and Human dEcision Processes*, 39(2):242-263.

[49] Hair, J F, Anderson, R E, Tatham, R L, Black, W C. (1999), *Análisis de datos multivariante*. Prentice Hall

[50] Lin,W.B. (2006). The exploration of employee involvement model. *Expert Systems with Applications*, 31(1):69-82.

[51] Ullman, J B, Bentler, P M. (2004). Structural Equation Modeling. In Melissa Hardy and Alan Bryman, editor, *Handbook of Data Analysis*, pages 431-458, SAGE.

[52] Bentler, P M. (2002), *EQS 6 Structural Equations Program Manual*. Multivariate Software, Inc. Encino, CA.

[53] Sila,I. (2007). Examining the effects of contextual factors on TQM and performance through the lens of organizational theories: An empirical study. *Journal of Operations Management*, 25(1):83-109.

[54] Spreitzer,G.M. (1995). Psychological Empowerment in the Workplace - Dimensions, Measurement, and Validation. *Academy of management Journal*, 38(5):1442-1465.

Capítulo 3

Desarrollo y validación de un modelo multidimensional de la producción ajustada

Desarrollo y validación de un modelo multidimensional de la producción ajustada

Área de especialización: Dirección Operaciones

Resumen:

En los últimos 30 años de investigación sobre producción ajustada se han propuesto diferentes cuestionarios para diagnosticar el grado de uso de este concepto. El conjunto de ítems empleado ha variado notablemente de una investigación a otra. No se aprecia todavía un movimiento que converja hacia la utilización, por parte de los investigadores, de unos pocos instrumentos cuya validez y fiabilidad se haya contrastado en diferentes entornos. De hecho, la mayoría de las investigaciones se basan en cuestionarios ad-hoc y pocas de ellas presentan una validación del cuestionario más allá de verificar la unidimensionalidad y el α de Cronbach. Sin embargo, parece haber consenso en identificar 5 grandes constructos que componen la producción ajustada (gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro y la implicación de los operarios). Nuestro trabajo ha consistido en identificar y resumir los modelos de producción ajustada, identificando el modo en que agregan los ítems en constructos o sub-escalas de constructos. Posteriormente hemos desarrollado un cuestionario partiendo de los ítems que figuraban en los modelos publicados. Finalmente, hemos realizado la validación de sub-escalas y modelos mediante un análisis factorial confirmatorio, usando datos de una muestra de Centros Especiales de Empleo españoles (N=128). De todos los modelos planteados, el mejor ajuste se produce con el modelo de 20 sub-escalas de primer orden. Nuestro trabajo aporta una visión integradora comparando los modelos publicados previamente y la comprobando la validez y fiabilidad de las sub-escalas de producción ajustada planteadas por otros investigadores. Debido a su enfoque confirmatorio, puede servir de generalización de estudios que se habían realizado en contextos con muestras diferentes a las que nosotros hemos empleado para la replicación.

Palabras clave: producción ajustada, validación de cuestionario, encuesta, análisis factorial confirmatorio.

Title: Development and validation of a multidimensional measure of lean manufacturing

Abstract:

In the last 30 years of research of lean manufacturing many different questionnaires was proposed to check the degree of the use of the concept. The set of the items used changed considerably from one investigation to another one. Until now isn't appreciate a

movement that converge towards the use, by the investigators, of a few instruments whose validity and reliability have been compared in different surroundings. In fact, the majority of investigations are based on ad-hoc questionnaires and a few of them present the questionnaire validation checking only the unidimensionality and α -Cronbach. Nevertheless it seems to have a consensus in identifying 5 big constructs that compose the lean manufacturing (TQM, JIT, TPM, supply chain management and high-involvement). Our research has consisted of identifying and summarizing the models that have been published previously to add the items in constructs or sub-scales of constructs. Later we developed an integrating questionnaire, starting off of the items that appeared in previous investigations. Finally we realized the sub-scales and models validation through a confirmatory factorial analysis, using data of a sample of Spanish Sheltered Work Centre's (N=128). Of all proposed models, the best an adjustment takes place with the first order model with 20 sub-scales. Our investigation contributes to an integrating vision of the published models and the lean manufacturing sub-scales validity and reliability verification raised by other investigators. Due to his confirming approach, it can serve as generalization of studies that had been realized in contexts with different samples to which we have used for the replication.

Keywords: lean manufacturing, questionnaire validation, survey, confirmatory factorial analysis.

Introducción

A pesar de que el debate y la investigación sobre producción ajustada tiene más de 30 años de historia (Holweg, 2007; Portioli Staudacher y Tantardini, 2007), sigue siendo un término escurridizo y de difícil operacionalización para ser medido y usado como variable en las investigaciones (Forza y Nuzzo, 1998; Shah y Ward, 2007). En los últimos 10 años se ha hecho un gran avance de cara a clarificar los modelos teóricos subyacentes en cada artículo publicado. Sin embargo, la problemática que planteaban Forza y Nuzzo (1998) respecto a la diversidad sobre conceptos, ítems y niveles de agregación de los mismos, no ha hecho sino dispararse.

La producción ajustada (LP) se ha tratado en la literatura como un conjunto de herramientas cuyo objetivo principal es eliminar el desperdicio (tiempo, espacio, personas, material, retrabajos, stocks, etc) (Shah y Ward, 2007). El listado de herramientas de la producción ajustada es extenso y no siempre homogéneo, aunque se pueden agrupar en

cinco categorías: gestión de la calidad (TQM), flujo interno de producción (JIT), mantenimiento (TPM), gestión de la cadena de suministro (CADsum) y la implicación de los operarios (HRM) (Bonavía Martín y Marin-García, 2006; Swink et al., 2005).

En otras disciplinas es habitual contar con instrumentos estandarizados para medir determinados constructos. Por poner solo dos ejemplos, existen cuestionarios validados para medir la satisfacción laboral, como el JDS (Fuertes Martínez et al., 1996; Hackman y Oldham, 1975), MSQ (Gillet y Schwab, 1975; Tan y Hawkins, 2000; Weiss et al., 1967), MOAQ (Bowling y Hammond, 2008), S10/12 (Melia y Peiró Silla, 1989); o los riesgos psicosociales de los puestos de trabajo COPSOQ (Aust et al., 2007; Kristensen et al., 2005; Moncada Lluís et al., 2008). En esos casos, los instrumentos han sido traducidos a varios idiomas, usados en múltiples investigaciones, contrastados con diferentes muestras y demostrada su fiabilidad y validez. Esta es una prueba de que se tratan de conceptos maduros y permiten que la disciplina académica avance de manera más ordenada, pues facilita la replicación y discusión de los descubrimientos, ya que hay grupos de investigaciones que usan un mismo instrumento de medida.

El constructo de producción ajustada aún no ha llegado a esa situación. Una de las líneas donde se ha trabajado es en el desarrollo de un instrumento de medida que permita diagnosticar, a nivel de empresa, el grado de despliegue de la producción ajustada, utilizando para ello las percepciones de los mandos. En este sentido, se han hecho avances notables. Por ejemplo, la dimensión “gestión de la calidad” cuenta con el cuestionario de Flynn et al (1994), que puede considerarse un referente bastante utilizado (Martínez-Costa et al., 2009). Además, Shah y Ward (2007) han realizado un esfuerzo para proponer una definición integradora de la producción ajustada, realizar una propuesta de cuestionario y validarla con gran rigor metodológico.

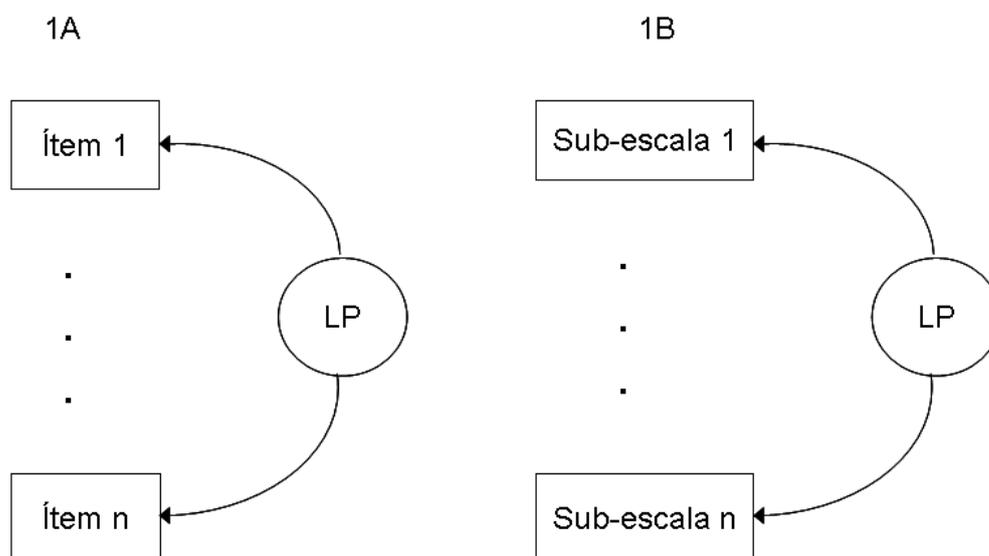
Sin embargo, aún queda camino que recorrer. A partir de la revisión de literatura que presentamos en el marco teórico, queda claro que la mayoría de estudios no han presentado la validación del modelo de medida. Otros han usado, como mucho, el α de Cronbach o las cargas factoriales de un análisis exploratorio. Por ello, el objetivo de nuestra investigación es realizar la validación del modelo de medida de la producción ajustada y comprobar cuál de los modelos, presentados en los artículos publicados previamente, se ajusta mejor a los datos obtenidos en el trabajo de campo. Para ello, el primer paso será identificar los ítems incluidos en los cuestionarios de las investigaciones publicadas para, a partir de ahí, resumir como los han ido integrando los diferentes autores en sub-escalas y constructos.

Desarrollo de modelos, marco teórico

En este apartado vamos a resumir los principales modelos que se han planteado para medir el concepto de producción ajustada. La mayoría de las propuestas se han realizado utilizando modelos multidimensionales, en los que cada dimensión es medida utilizando diferentes ítems (Martínez-Costa et al., 2009; Narasimhan et al., 2005; Shah y Ward, 2007; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b). En la literatura consultada, prácticamente no se repite exactamente ninguna propuesta. A pesar de ello, es posible resumir las principales aportaciones en un conjunto relativamente pequeño de modelos alternativos.

Modelos de primer orden y un factor

Algunos autores plantean un modelo con un solo factor donde la producción ajustada es estimada como el promedio de una serie de ítems en el cuestionario (figura 1.a).



Figuras 1a y 1b. Modelos 1ª y 1b: producción ajustada estimada como el promedio de una serie de ítems

Dabhilkar y Ahlstrom (2007), utilizando el cuestionario de Karlsson y Ahlström (1996) plantean un modelo con 18 ítems en una sola dimensión. Birdi et al. (2008) utilizan un cuestionario propio creando una escala con 7 ítems: participación (empowerment), formación, trabajo en equipo, TQM, JIT, tecnologías avanzadas de fabricación y gestión de la cadena de suministro. Forza y Nuzzo (Forza y Nuzzo, 1998), en su cuestionario, identifican 59 elementos que han sido empleados para medir la producción ajustada en el pasado. Algunos de esos elementos se miden con un solo ítem y otros forman una escala donde se agrega el valor de varios ítems.

También hay autores que operacionalizan la producción ajustada como el promedio de unas sub-escalas, consideradas como variables observadas aunque, en realidad, han sido calculadas como un promedio de los ítems del cuestionario (figura 1.b). Martín Peña y Díaz Garrido (2007) utilizan un cuestionario propio y agrupan las decisiones de producción en 6 factores que surgen de un análisis factorial exploratorio sobre 30 ítems: gestión de recursos humanos (9 ítems), calidad (6 ítems), flujo continuo (4 ítems), tecnología (5 ítems), certificación (2 ítems) y relación con proveedores (4 ítems). Las escalas son ad-hoc para la muestra y presenta algunos ítems clasificados en categorías discutibles según el marco teórico habitual (TPM lo incluye dentro de calidad, la mejora continua dentro del flujo de producción y los tiempos cortos de cambio con las tecnologías de fabricación avanzadas). Posteriormente usan los 6 factores como los ítems con los que calcular la producción ajustada.

Ninguno de los autores de este apartado proporciona el α de Cronbach u otras medidas de ajuste.

Modelo de primer orden basado en sub-escalas

Otro conjunto de autores considera un modelo de primer orden con escalas independientes que no son agregadas en un constructo común (figura 2).

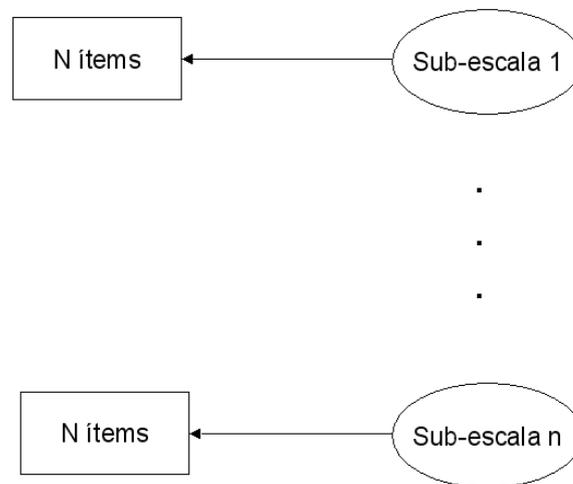


Figura 2. Modelo2: producción ajustada estimada con escalas independientes no agregadas en un constructo común

White y Prybutok (2001) crean su propio cuestionario y utilizan 10 escalas, cada una de ellas con 1 ítem. Ketokivi y Schroeder (2004) elaboraron un cuestionario con 8 escalas: polivalencia (4 ítems), relación con proveedores (5 ítems), relación con clientes (5 ítems), justo a tiempo con proveedores (5 ítems), tiempos cortos de cambio (6 ítems), sistema arrastre (5 ítems), formación (4 ítems) y gestión de la calidad (6 ítems). Las escalas

fueron validadas mediante análisis factorial confirmatorio y la fiabilidad compuesta de las escalas varió entre 0,58 y 0,86. Ahmad et al. (2003) contemplan 4 escalas: justo a tiempo (6 ítems), gestión de la calidad (4 ítems), equipos y comunicación (4 ítems) y prácticas de gestión de recursos humanos (4 ítems). Los autores realizan un análisis factorial exploratorio y comprueban que las cargas factoriales de los ítems de cada escala son superiores a 0,4 y que α de Cronbach sea adecuado (entre 0,68 y 0,86).

Forza (1996) investiga 22 escalas de producción ajustada: planificación de la producción (4 ítems), programa diario de producción (3 ítems), disposición de las máquinas (3 ítems), diseño para fabricación (4 ítems), relación con clientes (4 ítems), control del proceso (3 ítems), relación con los proveedores (5 ítems), mantenimiento (3 ítems), integración funcional en la toma de decisiones (3 ítems), tiempos cortos de cambio (3 ítems), mejora continua (3 ítems), solución de problemas en grupo (5 ítems), información (3 ítems), trabajo en equipo (3 ítems), interacción entre mandos, técnicos y operarios (3 ítems), feedback a los mandos (2 ítems), feedback a los operarios (4 ítems), descentralización de la autoridad (3 ítems), autonomía de los operarios (4 ítems), operarios multifuncionales (4 ítems), control estadístico del proceso (1 ítem), mantenimiento autónomo (1 ítem) y procedimientos de producción (4 ítems). Estas escalas tuvieron un α de Cronbach entre 0,47 y 0,83 y la carga factorial de los ítems era superior a 0,4.

Urgal González y García Vázquez (2006) utilizan un cuestionario propio con 2 escalas: sistemas de gestión y control de calidad (4 ítems) y prácticas de recursos humanos centradas en el empowerment (4 ítems). Obtuvieron un α de Cronbach entre 0,539 y 0,818, fiabilidad compuesta entre 0,67 y 0,86 y varianza extraída entre 0,40 y 0,69. Los índices de bondad de ajuste encontrados para el modelo completo fueron: $\text{Chi}^2(18) = 55,634$, ($p = 0,000$), $\text{GFI} = 0,920$, $\text{AGFI} = 0,840$, $\text{RMSEA} = 0,106$, $\text{CFI} = 0,727$.

Bonavía y Marin (2007) utilizan 12 escalas mono ítem muy similares a las de White y Prybutok (2001). Marin-García et al. (2009) analizan la producción ajustada con un cuestionario propio de 8 escalas: JIT-hard (6 ítems), JIT-soft (4 ítems), gestión de la calidad-hard (5 ítems), gestión de la calidad-soft (tres ítems), mantenimiento-hard (3 ítems), mantenimiento-soft (3 ítems), influencia de operarios (7 ítems), autonomía (6 ítems), formación (8 ítems), remuneración (3 ítems) y comunicación (1 ítem). La única validación de las escalas que presentan es por medio del α de Cronbach (valores entre 0,21 y 0,86).

Modelos de segundo orden con un constructo global de producción ajustada

Por otra parte, existen autores que plantean un modelo de segundo orden con cinco constructos altamente correlacionados (gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de recursos humanos y cadena de suministro), que dan origen a la producción ajustada como macro-constructo (figura 3).

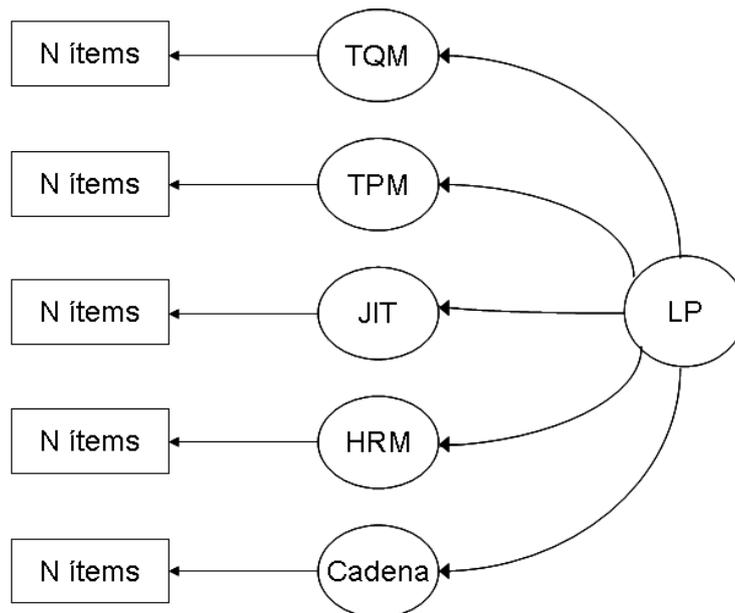


Figura 3. Modelo3: producción ajustada estimada con cinco constructos altamente correlacionados

Dentro de la categoría del modelo 3, Challis et al. (2005) definieron las siguientes escalas de producción ajustada: tecnologías avanzadas de manufactura (12 ítems), TQM (9 ítems) y JIT (8 ítems). Añaden un constructo separado de prácticas organizacionales con las escalas de liderazgo (4 ítems), gestión de recursos humanos (5 ítems), planificación (6 ítems), formación (3 ítems) y equipos de trabajo (4 ítems). Los valores de α de Cronbach encontrados fueron de 0,59 a 0,92 y las cargas factoriales fueron inaceptables para tres ítems, que se eliminaron de su modelo. Fullerton y McWatters (2001) también elaboraron su modelo con tres conjuntos de prácticas: JIT manufactura (5 ítems), JIT calidad (2 ítems) y JIT único (2 ítems). El cuestionario vuelve a ser de elaboración propia y los valores de α de Cronbach encontrados estaban situados entre 0,68 y 0,95. Para la validación de las escalas los autores utilizaron el método de análisis factorial exploratorio con cargas entre 0,54 y 0,94.

Sin embargo, existe otra posibilidad de plantear el modelo de segundo orden. En este caso, en lugar de calcular la producción ajustada como el promedio de los valores de los constructos, se calcula directamente a partir de las sub-escalas (figura 4).

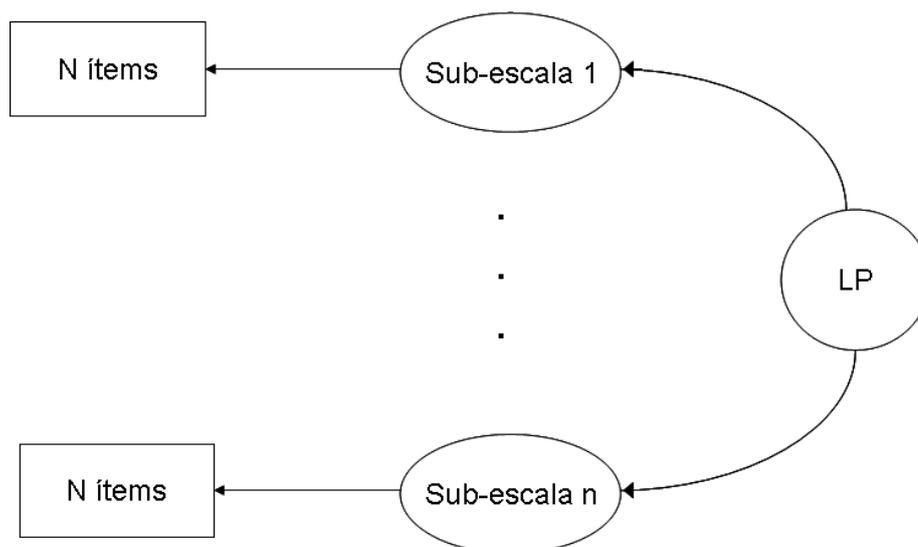


Figura 4. Modelo4: producción ajustada estimada calculada directamente con las sub-escalas

Saurin y Ferreira (2008), en un estudio de caso, definen un cuestionario para evaluar la aplicación de las prácticas de producción ajustada y definen las siguientes escalas: flujo continuo (19 ítems), relación con proveedores (4 ítems), estandarización de operaciones (5 ítems), nivelado de producción (4 ítems), equilibrado de líneas (2 ítems), flexibilidad de recursos humanos (3 ítems), calidad (14 ítems), TPM (7 ítems), tiempos cortos de cambio (9 ítems), gestión visual (8 ítems), mejora continua (9 ítems) y mapa de la cadena de valor (4 ítems). Los autores no realizan ningún tipo de validación de las escalas.

Por su parte, Avella et al. (2001) crean su propio cuestionario y agrupan los ítems en las escalas de relación con proveedores (3 ítems), recursos humanos (5 ítems), sistemas de control y garantía de la calidad (6 ítems), sistemas de control y planificación de la producción e inventario-el equivalente de la dimensión JIT para otros autores- (5 ítems) y estructura organizacional (5 ítems). Para validación de las escalas los autores utilizaron únicamente el α de Cronbach, (valores entre 0,62 y 0.88). Anand y Kodali (2009), en su estudio de caso, definieron 9 escalas: planificación del proceso (3 ítems), instalaciones y disposición de los equipos (4 ítems), compras (5 ítems), control y planificación de la producción (6 ítems), manufactura (7 ítems), mejora continua (6 ítems), TQM (5 ítems), mantenimiento (4 ítems) y gestión de recursos humanos (10 ítems). Los autores no aportan datos de validación de las escalas.

Modelo de tercer orden

También hay propuestas de modelos de tercer orden, donde los ítems del cuestionario se agrupan por sub-escalas, que luego se agrupan por constructos altamente correlacionados que, finalmente, constituyen la producción ajustada (figura 5).

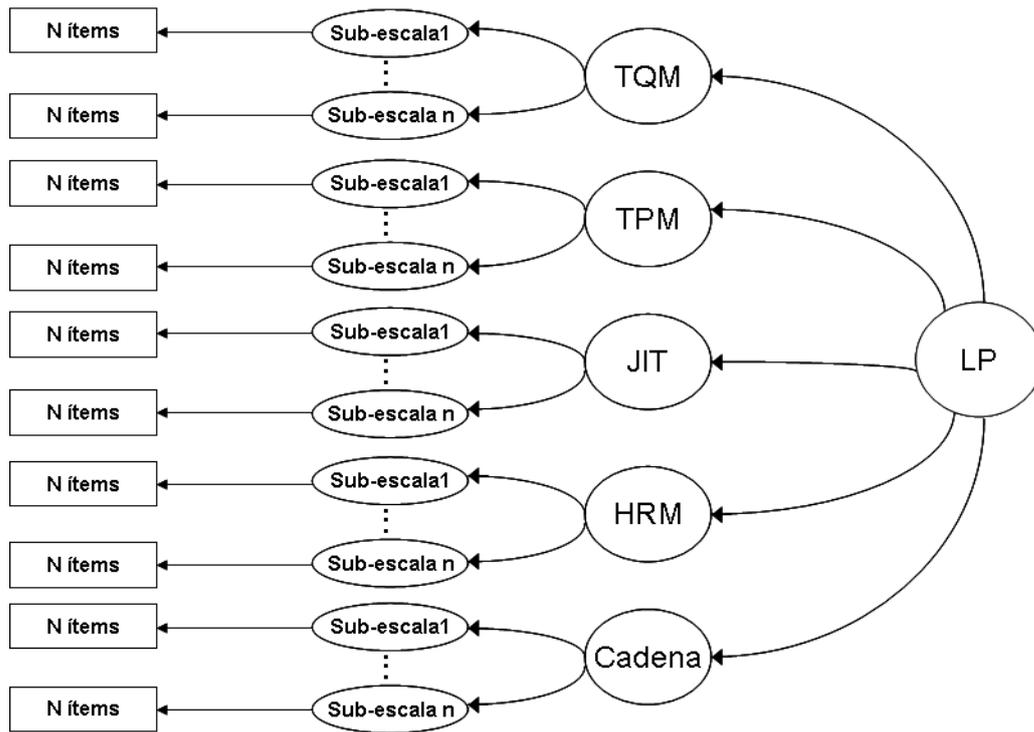


Figura 5. Modelo5: producción ajustada estimada con las escalas, construidas con las sub-escalas e ítems y altamente correlacionadas

Cua et al (2001) crean un cuestionario propio y agrupan los ítems en cuatro escalas. La escala de TQM está dividida en las 3 sub-escalas: gestión del proceso (4 ítems), gestión de la calidad de proveedores (3 ítems) y relación con clientes (4 ítems). Las sub-escalas de JIT son: tiempos corto de cambio (4 ítems), sistemas de arrastres (4 ítems), JIT con proveedores (3 ítems), disposición de los equipos (4 ítems) y programa de fabricación (3 ítems). Para la escala TPM definieron 3 sub-escalas: mantenimiento autónomo y planificado (4 ítems), énfasis en tecnología (4 ítems) y desarrollo de equipos propios (4 ítems). La escala de prácticas comunes está dividida en 5 sub-escalas: liderazgo (6 ítems), planificación estratégica (5 ítems), formación (4 ítems), implicación de los operarios (5 ítems), información y feedback (5 ítems). No se proporcionan datos de validación de las escalas.

Shah y Ward (2007), tras hacer una revisión de la literatura y trazar un análisis histórico del concepto de producción ajustada, elaboran un modelo con tres constructos. El constructo relación con proveedores tienes tres sub escalas: feedback del proveedor (5 ítems), JIT con proveedores (3 ítems), desarrollo de proveedores (6 ítems). El constructo relación con clientes tiene solo una sub-escala: relación con clientes (7 ítems). Mientras que el constructo relación interna tiene 6 sub-escalas: sistema de arrastre (4 ítems), flujo continuo (5 ítems), tiempos cortos de cambio (5 ítems), control estadístico del proceso (5

ítems), implicación de los operarios (4 ítems) y TPM (4 ítems). En la validación de las escalas los autores encontraron α de Cronbach mayores que 0,70, fiabilidad compuesta entre 0,66 y 0,88, y varianza extraída entre 0,33 y 0,66. Los índices de bondad de ajuste del modelo fueron: Chi2 (d.f.): 1178.01 (732), RMSEA: 0.048, NNFI: 0.86, CFI: 0,88, IFI: 0,88.

Flynn y Sakakibara (1995) construyeron uno de los primeros cuestionarios sobre producción ajustada y su trabajo es una de las referencias más citadas. Plantean un modelo con tres constructos. TQM está subdividido en 2 escalas: foco en el cliente (3 ítems) y control estadístico del proceso (3 ítems). El constructo JIT fue dividido en 4 sub-escalas: kanban (4 ítems), reducción de tamaños de lote (3 ítems), tiempos cortos de cambio (3 ítems) y programación (3 ítems). Para el constructo de infraestructura definieron 5 sub-escalas: información y feedback (4 ítems), soporte de los mandos (3 ítems), entorno de fabricación (5 ítems), gestión de recursos humanos (9 ítems) y relación con proveedores (5 ítems). La validación de las escalas fue calculada por medio del α de Cronbach (valores entre 0,64 y 0,90) y a través del análisis factorial exploratorio (cargas factoriales entre 0,43 y 0,92).

Modelos de segundo orden con varias dimensiones independientes

Por último, también se puede considerar un modelo de segundo orden compuesto por los mismos constructos del modelo 5, pero independientes, sin crear un macro-constructo de producción ajustada (figura 6).

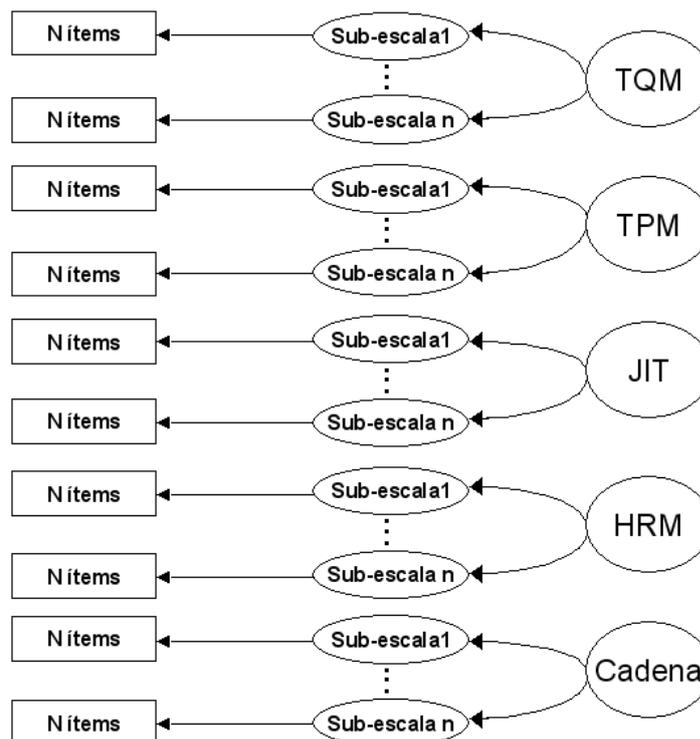


Figura 6. Modelo 6: producción ajustada estimada con las escalas no correlacionadas entre sí, construidas con las sub-escalas e ítems

Doolen y Hacker (2005) elaboran su propio cuestionario y contemplan 5 constructos. Dos de ellos agrupan las sub-escalas de JIT, TPM y TQM. El primero es "procesos y equipos de fabricación" que cuenta con las escalas de reducción de tiempos de cambio, estandarización del trabajo, fabricación en células, 5s, reducción de tiempo de ciclo, procedimientos a prueba de errores, identificación del valor, gestión de la calidad total y mantenimiento productivo. El segundo es gestión del área de trabajo y contiene las escalas de programación de la producción y reducción de tamaño de lotes. Junto a estos constructos, incluyen la relación con proveedores (dividido en las escalas de evaluación de proveedores y evaluación del coste total), relación con clientes (con las escalas de mejora de entregas, estabilización de la demanda, mejora del valor del servicio, análisis de requerimiento del cliente y "customización" del producto) y gestión de recursos humanos (con las escalas de polivalencia, participación, evaluación del rendimiento, pago por rendimiento y otros sistemas de remuneración). Cada una de las escalas se mide con varios ítems, pero los autores no informan de cuántos ni cuáles son, así como tampoco dan datos de la validación del modelo de medida.

McKone et al. (2001) crean también su propio cuestionario y definen tres constructos: TPM, JIT y TQM. El constructo de TPM tiene la escala de mantenimiento autónomo –con las sub-escalas: limpieza y organización (5 ítems), formación (5 ítems), trabajo en equipo (5 ítems) e implicación del trabajador (1 ítem)- y la escalas de mantenimiento planificado –con las sub-escalas: planificación del mantenimiento (4 ítems), información (5 ítems) y cumplimiento del programa (1 ítem)-. Pero al aplicar el modelo usan las 7 sub-escalas directamente sin pasar por las escalas. El constructo JIT presenta las siguientes sub-escalas: JIT con proveedores (7 ítems), JIT con clientes (6 ítems), sistema de arrastre (8 ítems), planificación MRP (5 ítems) y tiempos cortos de cambio (6 ítems). El constructo TQM fue dividido de la siguiente manera: relación con clientes (6 ítems), recompensas por la calidad (6 ítems), relación con proveedores (6 ítems) y liderazgo (7 ítems). Las medidas de bondad de ajuste son difíciles de identificar, pues los α de Cronbach en unos constructos son para las sub-escalas y en otros para las escalas. Además, al aplicar el modelo de ecuaciones estructurales, los autores usan los valores calculados de las escalas como si fuesen datos observados. Esta práctica es habitual en diferentes autores, no solo en los reflejados en el modelo 1b.

Dentro de este modelo podríamos incluir también a los autores que han centrado sus investigaciones en solo uno de los conceptos constituyentes de la producción ajustada, por considerarlo independiente de los otros. Por ejemplo, Nair (2006) lleva a cabo una revisión

de la literatura y un meta análisis que permite identificar las principales sub-escalas del constructo TQM. No realiza ningún trabajo de campo para validar la estructura ni presenta indicadores de bondad de ajuste de las escalas recogidas en los trabajos revisados. Sila (2007) define los constructos de TQM a partir de las sub-escalas de liderazgo, planificación estratégica, foco en el cliente, información y análisis, gestión de recursos humanos, gestión de procesos y gestión de proveedores. Las escalas presentaron un α de Cronbach entre 0,77 y 0,90 y el modelo de TQM planteado tiene un buen ajuste ($\chi^2/d.f.$: 4,11; p-Value: 0,0000; CFI: 0,95; SRMR: 0,035). Tari et al. (2007a) centran su investigación en TQM, aunque incluyen sub-escalas habituales de HRM y de cadena de suministro. Las sub-escalas utilizadas son: mejora continua (5 ítems), formación (5 ítems), gestión del proceso (4 ítems), relación con clientes (3 ítems), relación con proveedores (3 ítems), gestión de recursos humanos (6 ítems), planificación (6 ítems), apoyo de la dirección (5 ítems). Los autores verificaron la unidimensionalidad y la fiabilidad de las escalas (α de Cronbach entre 0,54 y 0,82) y, aunque validaron el modelo estructural de efecto sobre resultados ($\chi^2 = 38,29$; $df = 27$; CFI = 0.965; RMSR = 0.079; B-BNFI = 0.896; B-BNNFI = 0.942), no presentan los valores del modelo de medida.

En la tabla 1 mostramos las principales dimensiones consideradas. Con el fin de ahorrar espacio, los ítems utilizados para cada dimensión los mostramos en el anexo (tablas B.1 a B.20) junto con los estadísticos descriptivos de nuestro trabajo de campo. En la tabla 1, la fila marcada con "--" significa que los autores no han definido sub-escalas para ese constructo. Es decir, que los ítems del cuestionario se promedian para calcular directamente la puntuación en el constructo. En los demás casos, los autores agrupan los ítems del cuestionario en la sub-escala y, solo en los casos que los autores planteen modelos de 2ª orden o superior, se promedia el valor de las sub-escalas para calcular la puntuación del constructo.

No obstante, la visión presentada en la tabla 1 no representa exactamente a todos los trabajos ya que algunos de ellos son contradictorios entre sí. Por ejemplo, algunos autores plantean alguno de los constructos como sub-escala o incluso como ítems de otro de los constructos. Así, en algunas investigaciones se ha incluido TPM dentro de calidad (Díaz Garrido y Martín Peña, 2007) o dentro de flujo interno de producción (Shah y Ward, 2007). Del mismo modo, hay autores que incluyen la gestión de la cadena de suministro (clientes y proveedores) o la gestión de recursos humanos como sub-escalas, bien del constructo calidad (Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Nair, 2006; Sila, 2007; Tari et al., 2007a) o bien del de flujo interno de producción (Doolen y Hacker, 2005; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008). Nosotros hemos optado por colocar las sub-escalas dentro de los constructos donde había más evidencia teórica para situarlos.

Constructo	Sub-escala	Autores
Flujo interno de producción (JIT)	--(29 ítems)	(Ahmad y Schroeder, 2003; Avella et al., 2001; Birdi et al., 2008; Challis et al., 2005; Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Fullerton y McWatters, 2001; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007; Narasimhan et al., 2005; Narasimhan et al., 2006)
	Tiempos cortos de cambio (5 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008; Shah y Ward, 2007; White et al., 1999)
	Fabricación en células (2 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Narasimhan et al., 2006; White et al., 1999)
	Nivelado de producción (3 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008; White et al., 1999)
	Programación de la producción (4 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; 2001; 1996; 2001)
	Sistemas de arrastre (5 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008; Shah y Ward, 2007; White et al., 1999)
	Operaciones estandarizadas (3 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Doolen y Hacker, 2005; Saurin y Ferreira, 2008)
	Medibles e indicadores de rendimiento (4 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008)
	Gestión visual (3 ítems)	(Saurin y Ferreira, 2008) (Anand y Kodali, 2009; Flynn y Sakakibara, 1995; McKone et al., 2001)
Calidad (TQM)	--(11 ítems)	(Ahmad y Schroeder, 2003; Avella et al., 2001; Birdi et al., 2008; Challis et al., 2005; Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Doolen y Hacker, 2005; Fullerton y McWatters, 2001; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007; Narasimhan et al., 2005; Narasimhan et al., 2006; Urgal González y García Vázquez, 2006)
	Gestión de los procesos (4 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Nair, 2006; Saurin y Ferreira, 2008; Shah y Ward, 2007; Sila, 2007; Tari et al., 2007a; White et al., 1999)
	Control estadístico del proceso (2 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Narasimhan et al., 2005; Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007)
	Mejora continua-implicación de los mandos (2 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Jorgensen et al., 2008a; Schroeder et al., 2002)
	Mejora continua-implicación de los operarios (3 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Saurin y Ferreira, 2008; Sila, 2007; Tari et al., 2007a; White et al., 1999)
Mantenimiento (TPM)	--(3 ítems)	(Doolen y Hacker, 2005; Saurin y Ferreira, 2008; Shah y Ward, 2007; White et al., 1999)
	Mantenimiento autónomo (3 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; McKone et al., 2001)
Gestión de recursos humanos (HRM)	--(19 ítems)	(Ahmad y Schroeder, 2003; Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007; Nair, 2006; Narasimhan et al., 2006; Tari et al., 2007a; Urgal González y García Vázquez, 2006)
	Implicación (4 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Birdi et al., 2008; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2007; Sila, 2007)
	Formación (2 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Birdi et al., 2008; Challis et al., 2005; Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Sila, 2007; Tari et al., 2007a)
	Trabajo en equipo (6 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Birdi et al., 2008; Challis et al., 2005; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Narasimhan et al., 2006; Saurin y Ferreira, 2008; Sila, 2007; White et al., 1999)
	Recompensas (2 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Challis et al., 2005; Doolen y Hacker, 2005; McKone et al., 2001; Sila, 2007)
	Comunicación (5 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995)
Cadena de suministro	--14 ítems	(Birdi et al., 2008)

(CADsum)		
	Relación con clientes (4 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Nair, 2006; Narasimhan et al., 2005; Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007; Sila, 2007; Tari et al., 2007a)
	Relación con proveedores (10 ítems)	(Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Nair, 2006; Narasimhan et al., 2005; Narasimhan et al., 2006; Saurin y Ferreira, 2008; Sila, 2007; Tari et al., 2007a; White et al., 1999)(Martín Peña y Díaz Garrido, 2007)

Tabla 1. Principales constructos y sub-escalas de la producción ajustada

Objetivo

En la revisión realizada en el marco teórico hemos mostrado 7 posibles modelos de medida que representan los conceptos y dimensiones de la producción ajustada. Nuestro objetivo es comprobar cuál de estos siete modelos (ver tabla 2) representa mejor al conjunto de datos recogido en nuestro trabajo de campo.

Modelo	Orden	Descripción
mod1.a	1er orden	La producción ajustada es un factor compuesto por 76 ítems
mod 1.b	1er orden	La producción ajustada es un factor compuesto por 20 valores que se calculan como el promedio de varios ítems cada uno
mod 2	1er orden	La producción ajustada se compone de 20 factores independientes. Cada uno de ellos se calcula como el promedio de varios ítems.
mod 3	2º orden	La producción ajustada es un constructo que se compone de 5 factores altamente correlacionados entre si, cada uno de ellos se calcula como el promedio de varios ítems
mod 4	2º orden	La producción ajustada es un constructo que se compone de 20 factores altamente correlacionados.
mod 5	3er orden	La producción ajustada es un constructo que se compone de 5 factores que, a su vez son constructos formados por varias sub escalas, cada una de ellas constituida por varios ítems
mod 6	2º orden	La producción ajustada son 5 constructos independientes, cada uno de ellos formados por varias sub escalas, cada una de ellas constituida por varios ítems

Tabla 2. Modelos a validar en el trabajo.

Metodología

Para la construcción del cuestionario trabajamos en cuatro fases: identificación y traducción de las dimensiones e ítems usados en investigaciones publicadas; elaboración de un cuestionario integrando los ítems de la fase anterior; discusión del cuestionario con un grupo de 3 gerentes y 3 responsables de producción de centros especiales de empleo, utilizando un “focus group” con varias dinámicas para identificar ítems que necesitaban reformularse; elaboración y prueba del cuestionario piloto definitivo.

Para comprobar la validez de constructo, el modelo de medida considerará que cada indicador se asocia solo a un constructo (Hogan y Martell, 1987) y usaremos una estrategia de modelización confirmatoria. En ella, se parte de un único modelo donde todas las relaciones están claramente establecidas y se comprueba si el modelo se ajusta a los datos (Hair et al., 1999).

En cada una de las escalas con indicadores múltiples comprobaremos la unidimensionalidad mediante un análisis factorial exploratorio donde un solo factor debería explicar el 50% de la varianza como mínimo (Hair et al., 1999).

La validez convergente la comprobaremos con la significación de todas las cargas factoriales de los indicadores que la componen y con valores superiores a 0,6 en los coeficientes estandarizados (Bagozzi, 1994; Hair et al., 1999). Además comprobaremos que los valores de bondad de ajuste del modelo son adecuados (tabla 3) y que la fiabilidad compuesta sea superior a 0.7 (Hair et al., 1999). Por último comprobaremos que los valores de α de Crobach superan 0.7 –aunque pueden aceptarse valores superiores a 0.6– (Hair et al., 1999; Lin, 2006; Tari et al., 2007a) y que la varianza extraída es superior al 40% (Hair et al., 1999).

Significación de las Chi2	Chi2 normada Chi2/grados de libertad	CFI Comparative fit index	IFI Bollen Fit indice	MFI McDolland Fit indice	GFI Lisrel Fit Indice	AGFI	RMSEA Root mean square error of approximation
> 0.05 (más seguro si supera 0.1)	<3 (se puede llegar hasta 5 como mucho)	>0.90	>0.90	>0.90	>.85	>090	<0.08 (se puede llegar a 0.10)

Tabla 3.- Valores recomendados para un ajuste satisfactorio de los modelos. Fuente: elaboración propia a partir de datos de autores (Hair et al., 1999; Sila, 2007; Spreitzer, 1995; Tari et al., 2007a; Ullman y Bentler, 2004)

Los análisis se han realizado utilizando el programa EQS con el método de estimación de parámetros de máxima verosimilitud o, en los indicadores que era posible, los calculábamos con el método robusto (Bentler, 2002; Ullman y Bentler, 2004).

Descripción de la muestra

La población objeto de estudio la componían Centros Especiales de Empleo de España (646). Tras un primer contacto telefónico con la empresa, se les requería un correo electrónico de una de las personas responsables de la misma (gerente, responsable de producción, responsable de calidad, etc.) para proceder el envío del enlace al cuestionario que se completaba a través de una página web. Los cuestionarios no completados se reclamaron tres veces por correo electrónico antes de ser considerados como no

contestados. De las 237 respuestas recibidas, solo 128 tenían todos los datos completos (19,81% tasa de respuesta) y son los que emplearemos en esta investigación.

Resultados

En el anexo 1 están representados todos los ítems contemplados en este trabajo, agrupados en las sub-escalas comentadas en la tabla 1. Incluimos los autores que han usado un ítem similar en su investigación, los estadísticos descriptivos, las correlaciones entre ítems, las correlaciones entre ítems y el total de la escala y las cargas factoriales estandarizadas.

Los modelos 1.a y 1.b tienen unos índices de ajuste muy malos (tabla 4). Los valores de CFI, MFI, GFI y AGFI son inferiores a 0.7, Chi2 normada superior a 4 y RMSEA superior a 0.163. Ambos modelos presentan elevada α de Cronbach superior a 0.90, pero la varianza extraída por un solo factor es muy baja (25% para el modelo 1.a y 41% para el 1.b).

Modelo	d.f. (ind)	Chi2 (Ind)	Chi2 signif	Chi2/d.f.	CFI	IFI	MFI	GFI	AGFI	RMSEA
Mod1a ^a	1539 (1596)	4702.599 (6954.763)	.0000	3,0556	.410	.416	.000	.397	.352	.127
Mod1b	170 (190)	667.967 (1537.876)	.0000	3,9292	.631	.636	.143	.627	.539	.152

Tabla 4.- Medidas de bondad de ajuste de las escalas del modelo 1. ^a por falta de capacidad, el modelo 1.a fue calculado a partir de los 57 ítems correspondientes a JIT, TQM, TPM y CADsum en lugar de usar los 76 (descartando los 19 de HRM).

Escala	Nº ítems	Media	Desv.e stand.	Var. Explic 1 factor AFE	d.f. (ind)	Chi2 (Ind)	Chi2 signif	Chi2/d.f.	CFI	IFI	MFI	GFI	AGFI	RMSEA	α	Fiab.	e.v
JIT-Tiempos cortos de cambio	5	1,83830	1,64346	77%	5 (10)	14.192 (524.614)	.01444	2,8384	.982	.982	.965	.959	.876	.120	.924	0,927674	0,720998
JIT-Fabricación en células	2	2,3203	1,85576	92%	13 (21)	42.735 (728.663)	.00005	3,2873	.958	.958	.890	.915	.816	.134	0,862	0,950466	0,733584
JIT-Nivelado de producción	3	1,9375	1,63246	79%	19 (28)	30,557 (772,415)	.04513	1,6083	.984	.985	.956	.943	.893	.069	.802	0,943789	0,68225
JIT-Programación de la producción	4	1,4473	1,43353	71%	2 (6)	12.913 (220.802)	.00157	6,4565	.949	.950	.958	.957	.787	.207	.805	0,814911	0,543954
JIT-Sistemas de arrastre	5	0,8242	1,11361	71%	5 (10)	60.29 (716.386)	.00000	12,058	.922	.922	.806	.861	.582	.295	.901	0,894859	0,654217
JIT-Operaciones estandarizadas	3	2,4245	1,59709	88%	20 (28)	60.525 (837.883)	.00001	3,0263	.950	.950	.854	.906	.831	.126	.901	0,956944	0,737025
JIT-Medibles e indicadores de rendimiento	4	0,707	1,17851	77%	2 (6)	2,771 (263,141)	.25021	1,3855	.997	.997	.997	.990	.949	.055	.863	0,868362	0,627528
JIT-Gestión visual	3	3,0208	1,05865	68%	19 (28)	59,805 (674,278)	.00000	3,1476	.937	.938	.853	.904	.818	.130	.569	0,929388	0,643011
TQM-Gestión de los procesos	4	2,8135	1,23873	60%	2 (6)	10,882 (201,132)	.00434	5,441	.954	.955	.966	.962	.812	.187	0,751	0,779682	0,506898
TQM-Control estadístico del proceso	2	1,1777	1,50529	86%	13 (21)	16,962 (610,156)	.20107	1,3048	.993	.993	.985	.963	.920	.049	0,740	0,938142	0,685743
TQM-Mejora continua implicación de los mandos	2	3,2148	1,37029	87%	13 (21)	28,597 (605,450)	.00746	2,1998	.973	.974	.941	.936	.863	.097	.753	0,939462	0,690751
TQM-Mejora continua implicación de los Operarios	3	2,2917	1,42408	83%	19 (28)	22,178 (716,712)	.27549	1,1673	.995	.995	.988	.958	.921	.036	.856	0,944111	0,708702
TPM-Mantenimiento autónomo	3	2,1354	1,54557	72%	19 (28)	54.209 (776.856)	.00003	2,8531	.953	.954	.872	.904	.819	.121	0,801	0,942356	0,673258
HRM-Implicación	4	2,9365	1,09040	50%	2 (6)	3.912 (74.118)	.141	1,956	.972	.973	.993	.985	.923	.087	.657	0,66721	0,342657
HRM-Formación	2	2,7715	1,39918	76%	13 (21)	16.031 (573.038)	.24744	1,2332	.995	.995	.988	.967	.929	.043	.671	0,931874	0,663887

HRM-Trabajo en equipo	6	2,535 2	1,1024 5	49%	9 (15)	18.451 (192.370)	.0302 9	2,05 0	.947	.948	.964	.949	.881	.091	.786	0,787415	0,38502 2
HRM-Recompensas	2	1,214 8	1,3656 1	75%	13 (21)	25.548 (586.970)	.0195 4	1,96 52	.978	.978	.952	.946	.883	.087	.665	0,930007	0,657755
HRM-Comunicación	5	3,539 1	0,8792 7	51%	5 (10)	10.805 (160.046)	.05539	2,16 1	.961	.963	.978	.969	.906	.096	.712	0,759641	0,404348
CS-Relación con clientes	4	3,068 4	1,2914 3	59%	2 (6)	2.552 (131.102)	.27910	1,27 6	.996	.996	.998	.990	.949	.047	.759	0,772956	0,463479
CS-Relación con proveedores	10	2,311 7	1,0441 9	42%	35 (45)	55.388 (433.695)	.0155 6	1,58 25	.948	.949	.923	.927	.885	.068	.831	0,835842	0,36033 2

Tabla 5.- Medidas de bondad de ajuste de las escalas del modelo 2. En negrita los valores fuera de límites

Para probar el modelo 2, debemos comprobar el ajuste de los 20 modelos de primer orden que lo componen (tabla 4). El ajuste es globalmente bueno en todas las sub-escalas. Sin embargo, la Chi2 es significativa pocas veces, el AGFI suele tener valores bajos, aunque superiores a 0.80 y el RMSEA tiende a tomar valores demasiado elevados. La sub-escala de gestión visual tiene un α de Cronbach muy bajo. Por otra parte, las sub-escalas de relación con proveedores, equipos de trabajo y de implicación de los operarios tienen una varianza extraída baja (entre 0.34 y 0.38), lo que puede indicar problemas de unidimensionalidad.

Todos los modelos de segundo y tercer orden (tabla 6) presentan mejor ajuste que los modelos 1a y 1b, pero peor ajuste que el modelo 2. El modelo 3, probablemente, no obtiene buen ajuste porque algunas de sus 5 escalas (entre 3 y 29 ítems) difícilmente serán unidimensionales. Además, los ítems que las componen no están siempre altamente correlacionados, ni tienen valores medios similares, que son dos condiciones básicas para la validación de escalas reflectivas.

Los modelos 4 y 6 parten de las escalas del modelo 2. El modelo 4 intenta agruparlas todas en un solo factor y el modelo 6 considera que existen 5 factores, más o menos independientes, que no justifican la creación de una macro-factor de tercer orden (que estaría representado en el modelo 5). El conjunto de sub-modelos del modelo 6 contienen menos restricciones que el modelo 4 y los constructos TQM, TPM y CADsum presentan un ajuste global aceptable. No obstante, los factores de JIT y HRM no parecen integrar adecuadamente todas las sub-escalas contempladas y sus valores de ajuste son malos. El modelo 5 es una extensión del modelo 6, al que se le añaden restricciones. Su ajuste es mejor que los modelos 3 y 4, pero tiene más problemas de ajuste que el modelo 6, porque fuerza la inclusión conjunta de los factores HRM y JIT, que en el modelo de segundo orden ya no tenían un ajuste global bueno.

Modelo	d.f. (ind)	Chi2 (Ind)	Chi2 signif	Chi2/ d.f.	CFI	IFI	MFI	GFI	AGFI	RMS EA
Mod3 ^a	1535 (1596)	4104.21 (6954.76)	.0000	2.67	.45	.46	.000	.43	.39	.115
Mod4 ^a	1525 (1596)	2984.55 (6954.76)	.0000	1.94	0.69	0.69	0.00	0.54	0.51	.09
Mod5 ^a	1522 (1596)	2976.29 (6954.76)	.0000	1.96	0.70	0.70	0.004	0.54	0.50	.09
Mod6-JIT	349 (406)	891,411 (3560,322)	.0000	2,554 2	.828	.831	.120	.693	.617	.111

Mod6-TQM	38 (55)	115,629 (751,390)	.0000	3,042 9	.89	.89	.738	.88	.79	.127
Mod6-TPM	19 (28)	54.209(77 6.856)	.00003	2,853 1	.953	.954	.872	.904	.819	.121
Mod6-HRM	142 (171)	339,377 (1073,965)	.0000	2,389 9	.781	.788	.463	.763	.683	.105
Mod6-CADsum	76 (91)	141,178 (675,835)	.00001	1,857 6	.889	.891	.775	.869	.819	.082

Tabla 6.- ajuste de los modelos de segundo y tercer orden. En negrita los valores fuera de límites. ^a por falta de capacidad, los modelos 3, 4 y 5 fueron calculados a partir de los 57 ítems correspondientes a JIT, TQM, TPM y CADsum en lugar de usar los 76 (descartando los 19 de HRM).

Discusión

Los modelos planteados en esta investigación integran el trabajo de 28 artículos. De todos ellos, sólo dos han usado el mismo instrumento de medida que algún autor anterior (Challis et al., 2005; Dabhilkar y Ahlstrom, 2007). El resto, han creado cuestionarios propios, bien partiendo de cero o bien recopilando ítems usados en artículos de otros autores, añadiendo y quitando ítems de los cuestionarios originales y agrupándolos de manera diferente. Estas agrupaciones provienen, en su mayoría, de aplicar un análisis factorial exploratorio al conjunto de datos obtenido en cada investigación en particular.

El modelo 1.a con 76 ítems tiene un claro problema de unidimensionalidad y, por ello, no es posible obtener un buen ajuste. No obstante, los valores de α de Cronbach son elevados. Algo parecido le ocurre la modelo 1.b (16 ítems), aunque en este caso, los valores de varianza extraída por un solo factor (0.41) y las cargas factoriales (superiores a 0.49) no son malas del todo. Por lo tanto, no es de extrañar que los autores que solo hayan considerado el α de Cronbach y la varianza extraída o las cargas factoriales (Birdi et al., 2008; Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007) los hayan considerado un buen modelo. No obstante, consideramos que no deberían ser los modelos a seguir en el futuro.

En definitiva, los modelos de mejor ajustes son los que derivan de la agrupación de ítems en sub-escalas (modelo 2) que luego pueden ir agregándose en constructos (modelo 6), que pueden acabar componiendo el macroconstructo de la producción ajustada (modelo 5). Sin embargo, cada vez que se pasa de un nivel de agrupación a otro, se imponen restricciones al modelo y, como consecuencia, los indicadores de bondad de ajuste van bajando. Además, los factores de segundo y tercer orden son completamente latentes, no medibles, no observables. Por ello, las variables latentes pueden entenderse como fuentes

de variabilidad común. Al usar segundo orden aumenta el riesgo de que este factor sea más un sesgo de "método común" que un verdadero constructo (Hair et al., 1999). Este peligro aumenta aún más al pasar a modelos de tercer orden.

Por ello, a falta de un análisis más detallado, nosotros optamos por el modelo 2 como el mejor de los presentados. De hecho, se trata de un ajuste global bastante bueno. Además, la fiabilidad y varianza extraída presentan unos valores similares o mejores a los informados en la investigación previa que nos ha servido de base para la construcción de las sub-escalas (Avella et al., 2001; Challis et al., 2005; Fullerton y McWatters, 2001; Shah y Ward, 2007).

No obstante, analizando con detalle cada una de las sub-escalas, en 15 de ellas detectamos algún ítem que está poco correlacionado, o presenta unos valores medios sensiblemente diferentes a los del resto de la sub-escala. Desde el punto de vista de escalas reflectivas, esto debería analizarse con más detalle (Byrne, 1994; Martínez-Costa et al., 2009).

Sin embargo, la literatura previa sobre flujo interno de producción no nos ofrece demasiado campo para la discusión ya que muchos autores han omitido la validación explícita del modelo de medida usado y eso impide realizar comparación con nuestro trabajo. Por otra parte, algunos de los desajustes pueden deberse a que, al agrupar los ítems en sub-escalas, hayamos seguido una línea teórica incorrecta. Por ejemplo, nuestro ítem T023 "Los mandos de los diferentes departamentos de la empresa fomentan la producción justo a tiempo" lo hemos situado en la sub-escala de sistemas de arrastre, junto con otras prácticas de flujo de producción. Pero otros autores lo juntan en una sub-escala de liderazgo o de apoyo de la dirección (Cua et al., 2001). O, por poner otro ejemplo, hay autores que no agrupan los ítems de gestión visual en una misma sub-escala sino que los reparten entre algunas de las otras, como información y realimentación (Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995), control estadísticos del proceso (Flynn y Sakakibara, 1995; Narasimhan et al., 2005; Shah y Ward, 2007), sistemas de arrastre (Ketokivi y Schroeder, 2004) o mejora continua (Anand y Kodali, 2009).

Por lo que respecta a los ítems y sub-escalas de gestión de la calidad, se han considerado en ocasiones como un factor de segundo orden compuesto por varias dimensiones, en las que se ha incluido con frecuencia la relación con proveedores o con clientes. Los valores de α -Cronbach obtenidos se encuentran entre 0.63 y 0.91 (Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Jorgensen et al., 2008b; Kannan y Tan, 2005; Molina et al., 2007; Narasimhan et al., 2005; Shah y Ward, 2007; Tari et al., 2007a), que son muy parecidos a los obtenidos en

nuestro trabajo. Los indicadores relacionados con control estadístico de proceso fueron tratados en una escala propia como hemos hecho nosotros (Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007) o incluidos en una escala de gestión de proceso junto con otros ítems (Narasimhan et al., 2006; Peng et al., 2008). En cuanto a los ítems de las sub-escalas de mejora continua es frecuente considerarlos como prácticas de recursos humanos (Cua et al., 2001; Schroeder et al., 2002; Shah y Ward, 2007; Tari et al., 2007a; Urgal González y García Vázquez, 2006) en lugar de cómo prácticas de gestión de la calidad (Avella et al., 2001; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007; Shah y Ward, 2007).

Quizás los mayores problemas en el análisis detallado de las sub-escalas, se concentren en la de relación con proveedores que, a pesar de su buen ajuste, podría plantearse como un conjunto de sub-escalas (Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007). También encontramos problemas en varias escalas de gestión de recursos humanos como la de equipos, recompensas y comunicación. Estos problemas en las sub-escalas de recursos humanos ha sido referenciados en la literatura (Guerrero y Barraud-Didier, 2004; Marin-García y Conci, 2009) y requieren de un trabajo más detallado del que podemos desarrollar en esta comunicación y lo plantearemos como línea de investigación futura.

Otro aspecto a considerar en investigación futura es, que la mayoría de los cuestionarios utilizados (Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Tari et al., 2007b; Urgal González y García Vázquez, 2006; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006a; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b) han sido diseñados para ser contestados por los mandos de la empresa, indicando el grado de despliegue de determinada herramienta. En pocas ocasiones (Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001), se ha realizado una versión del cuestionario para ser contestada tanto por los mandos como por los operarios.

Además, consideramos que otra de las líneas de investigación futura es crear las versiones largas y reducidas de los cuestionarios. En los ejemplos de otras disciplinas que hemos comentado en la introducción (MSQ, S10/12, COPSQ, etc.), es habitual contar con varias versiones del instrumento de medida: una versión larga (con 5-6 ítems por constructo, lo que da origen a cuestionarios de 100 preguntas o más); y una versión abreviada (con 1-3 ítems por constructo, lo que da origen a cuestionarios con 20-30 preguntas como mucho). En el primer caso, se busca una lista de comprobación extensa y completa que permita ser usada con fines de diagnóstico o de intervención en las empresas. En el segundo caso, se persigue un cuestionario muy breve que facilite una mayor tasa de respuesta, donde sólo deben aparecer los ítems que más discriminen y

diferencien los casos, pues normalmente se usan con fines de investigación o encuestas nacionales.

Por último, creemos necesario analizar en qué modo se modifican los indicadores de ajuste del modelo si, en lugar de plantearlos como escalas reflectivas (Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007), las planteamos como escalas formativas, pues hay ciertas evidencias que justifican este planteamiento novedoso (Martínez-Costa et al., 2009).

Nuestro trabajo no está exento de limitaciones. Por un lado, utilizamos una sola fuente de datos para cada empresa. Se ha recomendado utilizar múltiples informantes para tener datos más realistas del grado de implantación de las diferentes prácticas (Ketokivi y Schroeder, 2004). Sin embargo, este procedimiento es difícilmente aplicable y la mayoría de las investigaciones lo ignoran (Shah y Ward, 2007). En nuestro caso, durante el estudio piloto del cuestionario, comprobamos que era imposible conseguir la participación de dos o más mandos de la empresa sin perjudicar seriamente la tasa de respuesta. Por otra parte, la tasa de respuesta, pese a ser muy superior a la de estudios transversales similares, no nos garantiza que estemos a salvo de un posible sesgo. Además, tenemos poco representado el constructo de TPM. Utilizamos una sola sub-escala cuando podrían incorporarse más sub-escalas. Por último, al seleccionar una muestra centrada en un sector concreto (Centros Especiales de Empleo) no podemos generalizar los resultados. Sin embargo, más que una limitación, este último punto es el objetivo de nuestro trabajo, ya que nos planteamos comprobar si los modelos, supuestamente generales, se ajustan a un sector concreto, lo que contribuiría a validar la generalización del modelo.

Conclusiones

En este trabajo hemos integrado diferentes modelos sobre la estructura del constructo de producción ajustada. De todos ellos, el modelo basado en sub-escalas independientes (modelo 2) parece mostrar un mejor ajuste con los datos utilizados. Esto no significa que los demás modelos no sean adecuados en los contextos, o con las muestras específicas, para las que fueron diseñados. Sin embargo, el modelo de sub-escalas parece más robusto y aplicable cuando se utilizan muestras diferentes. Nuestro trabajo complementa y extiende la investigación en el área aportando una traducción al castellano de ítems comunes, la incorporación de un conjunto de dimensiones amplio e integrador de la literatura, la aplicación a una muestra de empresas no investigada hasta la actualidad, la validación de sub-escalas comprobando las propiedades psicométricas y comparándola con las de otras muestras publicadas. Como estamos usando una muestra diferente, tanto en

país como en sectores y tamaño, aportamos una contribución a la generalización de la validez y fiabilidad de los instrumentos de medida para detectar el grado de uso de las prácticas asociadas a la producción ajustada.

Anexo 1. Detalles del cuestionario HPOMP

En las tablas B1 a B20 presentamos los ítems del cuestionario para cada sub-escala, los autores que han usado un ítem similar en su investigación, los estadísticos descriptivos, las correlaciones entre ítems, las correlaciones entre ítems y el total de la escala y las cargas factoriales estandarizadas.

Leyenda para todas las tablas: Cod.: código del ítem. Corr.: correlación entre el ítem y el total de la escala. N: cantidad de casos válidos. CFA: carga factorial de la solución estandarizada del análisis factorial confirmatorio. AFE: puntuación factorial exploratorio 1 solo factor.

En la diagonal se presentan los valores de la media y la desviación estándar (entre paréntesis). Las correlaciones entre los ítems aparecen en la diagonal inferior. ** significativa 1%; * significativa 5%; + significativa 10%.

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T035	T036	T037	T038	T039	Corr
T035	Nos esforzamos por conseguir reducir los tiempos de cambio de artículo (tiempo que se tarda en hacer los preparativos para fabricar/ensamblar un producto distinto o realizar un servicio diferente)	(Ahmad et al., 2003; Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Shah y Ward, 2007)	1,91 (1,90)					0,92**
T036	Hemos convertido la mayoría del tiempo de cambio en "operaciones externas" que se realizan en paralelo mientras los operarios realizan un producto o un servicio	(Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001)	0,75**	1,32 (1,69)				0,82**
T037	Los operarios están entrenados para realizar cambios rápidos de lote y practican para reducir el tiempo	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Shah y	0,75**	0,64**	1,61 (1,82)			0,88**

	invertido en los cambios de lote	Ward, 2007)						
T038	Los mandos de la empresa dan importancia a la reducción del tiempo de cambio de lote	(Ketokivi y Schroeder, 2004)	0,83**	0,73**	0,84**	1,85 (1,90)		0,94**
T039	Las máquinas que utilizamos están siempre a punto para fabricar	(Flynn y Sakakibara, 1995)	0,71**	0,53**	0,64**	0,71**	2,51 (2,04)	0,83**
		N	128	128	128	128	128	
		CFA	0,89	0,78*	0,87*	0,95*	0,75*	
		AFE	0,92	0,83	0,89	0,94	0,81	

Tabla B1 – Tiempos cortos de cambio

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T043	T044	Corr
T043	Agrupamos las máquinas en función de la familia de productos a las que están dedicadas	(Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Cua et al., 2001; Narasimhan et al., 2006; Urgal González y García Vázquez, 2006)	2,05 (2,00)		0,94**
T044	Los puestos de trabajo están dispuestos de manera que estén cerca y se reduzca la cantidad de movimiento de materiales y operarios entre ellos	(Cua et al., 2001; Devaraj et al., 2004; Ketokivi y Schroeder, 2004)	0,76**	2,59 (1,95)	0,94**
		N	128	128	
		CFA	0,86	0,88*	
		AFE	0,94	0,94	

Tabla B2 – Fabricación en células

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T028	T029	T034	Corr
T028	Identificamos los procesos/operaciones "cuello de botella" y nos esforzamos por resolverlos	(Banker et al., 2006; Flidner y Mathieson, 2009; Kumar y Antony, 2008; Ward y Zhou, 2006)	2,37 (2,04)			0,90**
T029	Calculamos el tiempo "takt" de cada línea (cada cuánto tiempo tengo que fabricar una unidad para cumplir con la demanda) y equilibramos los tiempos de operación de cada puesto para ajustarnos a ese "takt"	(Flidner y Mathieson, 2009; Fullerton et al., 2003; Shah y Ward, 2007)	0,78**	1,96 (1,93)		0,90**
T034	El programa de producción está nivelado, de forma que todos los días/semanas, fabricamos o realizamos el mismo "MIX" de productos o servicios. Los cambios en la demanda se ajustan cambiando la frecuencia de repetición del "MIX"	(Anand y Kodali, 2009; Devaraj et al., 2004; Jackson y Dyer, 1998; Matsui, 2007)	0,46**	0,47**	1,49 (1,81)	0,74**

	N	128	128	128	
	CFA	0,89	0,88*	0,52*	
	AFE	0,81	0,81	0,54	

Tabla B3 – Nivelado de producción

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T014	T032	T033	T078	Corr
T014	Cerca de los puestos de trabajo existen gráficas actualizadas indicando el grado de cumplimiento de los programas de fabricación	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Narasimhan et al., 2005)	0,99 (1,63)				0,79**
T032	Al inicio de la jornada/semana disponemos de un programa de trabajo (órdenes de trabajo) de todos los productos o servicios a completar durante el día/semana.	(Ahmad et al., 2003; Cua et al., 2001)	0,59**	2,36 (2,17)			0,88**
T033	El programa de trabajo está calculado teniendo en cuenta un tiempo para las paradas de línea (debido a paradas de máquinas, mantenimiento, problemas de calidad o imprevistos)	(Flynn y Sakakibara, 1995; Hallgren y Olhager, 2009; Matsui, 2007)	0,57**	0,80**	1,91 (1,99)		0,90**
T078	Utilizamos la planificación de recursos de fabricación (MRPII)	(Anand y Kodali, 2009; Challis et al., 2005; Narasimhan et al., 2006; Raymond y St-Pierre, 2005; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	0,37**	0,26**	0,41**	0,53 (1,30)	0,57**
		N	128	128	128	128	
		CFA	0,65	0,87*	0,92*	0,40*	
		AFE	0,63	0,76	0,81	0,33	

Tabla B4 – Programación de la producción

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T020	T021	T022	T023	T024	Corr
T020	Usamos tarjetas o contenedores kanban para el control de la producción en nuestra planta	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Shah y Ward, 2007)	0,38 (1,08)					0,86**
T021	Utilizamos tarjetas o contenedores kanban en lugar de rellenar órdenes de pedido a nuestros proveedores	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995)	0,96**	0,36 (1,07)				0,84**
T022	Nuestros proveedores nos suministran directamente en contenedores kanban	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995)	0,94**	0,91**	0,45 (1,19)			0,86**

	(por lo tanto no tenemos que realizar la tarea de Picking desembalando y pasando a recipientes más pequeños)							
T023	Los mandos de los diferentes departamentos de la empresa fomentan la producción "justo a Tiempo"	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; McKone et al., 2001)	0,34*	0,33**	0,38*	1,71 (1,81)		0,73**
T024	Hacemos esfuerzos por reducir el tamaño de los lotes a fabricar o ensamblar.	(Anand y Kodali, 2009; Banker et al., 2006; Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Jackson y Dyer, 1998; Kannan y Tan, 2005)	0,57*	0,55**	0,57*	0,66*	1,23 (1,64)	0,85**
		N	128	128	128	128	128	
		CFA	0,99	0,97*	0,94*	0,36*	0,58*	
		AFE	0,94	0,93	0,94	0,58	0,77	

Tabla B5 – Sistema de arrastre

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T025	T026	T027	Corr
T025	Se han estudiado y estandarizado los procedimientos de todas las operaciones de los puestos de trabajo	(Anand y Kodali, 2009; Doolen y Hacker, 2005; Flidner y Mathieson, 2009; Jackson y Dyer, 1998)	2,89 (1,77)			0,92**
T026	Los procedimientos estandarizados se actualizan periódica y continuamente	(Anand y Kodali, 2009; Doolen y Hacker, 2005; Jackson y Dyer, 1998)	0,85**	2,38 (1,77)		0,95**
T027	Los procedimientos estandarizados se actualizan basándose en las ideas de los operarios (que complementan las de los mandos e ingenieros)	(Anand y Kodali, 2009; Jackson y Dyer, 1998)	0,66**	0,74**	2,00 (1,71)	0,87**
		N	128	128	128	
		CFA	0,87	0,98*	0,76*	
		AFE	0,92	0,95	0,87	

Tabla B6 – Operaciones estandarizadas

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T015	T016	T017	T019	Corr
T015	Cerca de las máquinas existen gráficas actualizadas indicando el tiempo de parada	(Cua et al., 2001; McKone et al., 2001)	0,77 (1,49)				0,86**
T016	Cerca de los puestos	(Anand y	0,73**	0,77			0,90**

	de trabajo existen gráficas actualizadas indicando la cantidad o porcentaje de piezas defectuosas	Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Narasimhan et al., 2005; Shah y Ward, 2007)		(1,41)			
T017	Cerca de los puestos de trabajo existen gráficas actualizadas indicando el nivel de productividad de la sección	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; McKone et al., 2001)	0,63**	0,76**	0,88 (1,57)		0,88**
T019	Usamos el Value Stream Mapping (Mapa de la cadena de valor) para representar nuestras líneas de fabricación o ensamblado	(Anand y Kodali, 2009; Bateman, 2005; Flidner y Mathieson, 2009)	0,52*	0,53*	0,52	0,40 (1,07)	0,72**
		N	128	128	128	128	
		CFA	0,79	0,92*	0,82*	0,60*	
		AFE	0,73	0,82	0,76	0,55	

Tabla B7 – Medibles e indicadores

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T030	T018	T031	Corr
T030	En nuestra planta nos preocupamos por tener todos los componentes, útiles y herramientas en su lugar	(Anand y Kodali, 2009; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Van Iwaarden et al.,)	3,90 (1,28)			0,78**
T018	Existen sistemas visuales para avisar de las incidencias en la línea (Andon, sistemas de luces de colores, sirenas...)	(Anand y Kodali, 2009; Ketokivi y Schroeder, 2004)	0,17	1,17 (1,74)		0,68**
T031	No esforzamos por tener toda la zona de trabajo limpia y ordenada	(Anand y Kodali, 2009; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Van Iwaarden et al.,)	0,73**	0,18	3,99 (1,26)	0,78**
		N	128	128	128	
		CFA	0,97*	0,18	0,75*	
		AFE	0,83	0,83	0,14	

Tabla B8 – Gestión visual

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T050	T051	T056	T057	Corr
T050	Los mandos de la empresa lideran y están implicados activamente en la mejora de la calidad de los productos y servicios	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Tari et al., 2007a)	3,72 (1,51)				0,82**
T051	Los diferentes departamentos de la empresa aceptan su responsabilidad en el mantenimiento y mejora de la calidad de los productos y servicios	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001)	0,81**	3,50 (1,56)			0,83**
T056	Tenemos sistemas para detectar los errores en el momento que se producen (JIDOKA, POKA YOKE...)	(Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007; Urgal González y García Vázquez, 2006)	0,19*	0,27**	0,96 (1,63)		0,59**
T057	Los operarios pueden parar la línea o interrumpir un servicio si detectan un problema de calidad.	(Anand y Kodali, 2009; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001)	0,54**	0,49**	0,32**	3,07 (1,83)	0,79**
		N	128	128	128	128	
		CFA	0,92	0,88*	0,26*	0,58*	
		AFE	0,79	0,78	0,22	0,59	

Tabla B9 – Gestión de procesos

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T052	T053	Corr
T052	Las máquinas o procesos que usamos para realizar nuestros productos o servicios están supervisados por medio de "Control Estadístico de Procesos (SPC)"	(Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Shah y Ward, 2007; Urgal González y García Vázquez, 2006)	1,02 (1,56)		0,88**
T053	Utilizamos gráficas para identificar si nuestros procesos están "dentro de los límites de control"	(Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001; Shah y Ward, 2007)	0,59**	1,34 (1,81)	0,91**
		N	128	128	
		CFA	0,75	0,79*	
		AFE	0,80	0,80	

Tabla B10 – Control Estadístico del proceso

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T054	T055	Corr
T054	Los mandos de la empresa valoran y consideran seriamente todas las sugerencias de mejora de productos/servicios y procesos realizadas por los operarios.	(Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Jorgensen et al., 2008b; Schroeder et al., 2002; Shah y Ward, 2007)	3,20 (1,62)		0,91**
T055	Implantamos sugerencias útiles que han sido propuestas por operarios o supervisores (encargados).	(Anand y Kodali, 2009; Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Jorgensen et al., 2008a; Schroeder et al., 2002)	0,61**	3,23 (1,44)	0,88**
		N	128	128	
		CFA	0,73	0,83*	
		AFE	0,80	0,88	

Tabla B11 – Mejora continua – Implicación mandos

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T079	T080	T081	Corr
T079	Participación activa del personal en grupos para proponer sugerencias de mejora de productos/ procesos o resolver problemas: círculos de calidad, planes de sugerencias, etc	(Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Jorgensen et al., 2008b; Martín Peña y Díaz Garrido, 2007; Shah y Ward, 2007; Tari et al., 2007a; Urgal González y García Vázquez, 2006)	2,57 (1,62)			0,88**
T080	Cantidad de problemas de producción/servicio que suelen resolverse por medio de sesiones de trabajo en grupo de los operarios	(Cua et al., 2001; Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Jorgensen et al., 2008b; Tari et al., 2007a)	0,73**	2,26 (1,55)		0,90**
T081	Para la mejora de los productos/servicios y procesos, utilizamos equipos de resolución de problemas, formados por operarios.	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Dabhilkar y Bengtsson, 2007; Jorgensen et al., 2008b; Molina et al., 2007; Shah y Ward, 2007; Tari et al., 2007a)	0,61**	0,66**	2,05 (1,67)	0,86**
		N	128	128	128	
		CFA	0,82	0,90*	0,74	
		AFE	0,79	0,82	0,72	

Tabla B12 – Mejora continua – Implicación operarios

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T040	T041	T042	Corr
T040	Los operarios dedican una parte de la jornada laboral solo al mantenimiento de las máquinas que utilizan	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; McKone et al., 2001; Shah y Ward, 2007)	1,89 (1,65)			0,87**
T041	Consideramos que el mantenimiento adecuado de las máquinas sirve para alcanzar altos niveles de calidad en los productos o	(Cua et al., 2001; McKone et al., 2001)	0,63**	3,02 (1,91)		0,84**

	servicios y nos ayuda a cumplir el programa de producción					
T042	Los operarios del departamento de mantenimiento (si dispone de ese departamento) se centran en ayudar a los operarios de producción a realizar el mantenimiento preventivo de las máquinas que usan	(Cua et al., 2001; McKone et al., 2001)	0,60**	0,51**	1,50 (1,90)	0,83**
		N	128	128	128	
		CFA	0,84	0,74*	0,71*	
		AFE	0,88	0,84	0,82	

Tabla B13 – Mantenimiento Autónomo

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T003	T082	T089	T090	Corr
T003	Los operarios están implicados y son consultados (individualmente o en grupo) antes de introducir nuevos productos o servicios o realizar cambios en los existentes	(Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004)	2,57 (1,61)				0,72**
T082	En las reuniones de los equipos de resolución de problemas nos esforzamos por tener las ideas y opiniones de todos los participantes antes de tomar una decisión	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004)	0,20**	2,98 (1,66)			0,66**
T089	Los mandos fomentan la implicación del trabajador en la fabricación/servicio	(Cua et al., 2001)	0,32	0,33**	3,52 (1,38)		0,69**
T090	Los operarios participan (individualmente o en grupos) en la planificación, organización y control de su trabajo	(Guerrero y Barraud-Didier, 2004; Sung y Ashton, 2005; Wood y de Menezes, 2008; Zatzick y Iverson, 2006)	0,48**	0,28**	0,36**	2,68 (1,548)	0,75**
		N	128	128	128	128	
		CFA	0,63	0,41*	0,53*	0,72*	
		AFE	0,72	0,60	0,71	0,78	

Tabla B14 – Implicación

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T099	T100	Corr
T099	Los operarios reciben formación para realizar varias tareas o poder realizar el trabajo en diferentes	(Anand y Kodali, 2009; Challis et al., 2005; Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004; McKone et al., 2001;	3,20 (1,42)		0,84**

	puestos	Shah y Ward, 2007)			
T100	Los mandos de la empresa reciben formación en técnicas de trabajo en equipo y resolución de problemas	(Tari et al., 2007a)	0,52**	2,34 (1,79)	0,90**
		N	128	128	
		CFA	0,74	0,70*	
		AFE	0,87	0,87	

Tabla B15 – Formación

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T083	T091	T092	T093	T094	T095	Corr
T083	Tomamos decisiones operativas y/o estratégicas de forma conjunta entre distintas funciones o departamentos	(Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	3,27 (1,50)						0,70* *
T091	Tomamos decisiones importantes de forma regular por medio de equipos multifuncionales donde participan operarios	(Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	0,37**	1,92 (1,63)					0,73* *
T092	Los supervisores o encargados fomentan que sus operarios trabajen como equipo	(Flynn y Sakakibara, 1995)	0,51**	0,33**	3,57 (1,30)				0,66* *
T093	Nuestro producto o servicio se realiza por medio de "Equipos de trabajo autodirigidos": equipos cuyo coordinador es un operario y tienen poder para tomar algunas decisiones como implantar sus propias sugerencias de mejor, establecer ritmos o rotaciones de trabajo, ...	(Bayo Moriones y Merino Díaz de Cerio, 2002; Combs et al., 2006; Guerrero y Barraud-Didier, 2004; Guthrie et al., 2002; Sung y Ashton, 2005; Wood y de Menezes, 2008; Zatzick y Iverson, 2006)	0,36**	0,56**	0,38**	1,90 (1,88)			0,76* *
T094	Utilizamos operarios	(Anand y Kodali, 2009;	0,38**	0,34**	0,37**	0,31**	3,21 (1,48)		0,63* *

	polivalentes, capaces de trabajar en diferentes puestos en los que van rotando a lo largo de la jornada laboral	Bayo Moriones y Merino Díaz de Cerio, 2002; Guerrero y Barraud-Didier, 2004; Zatzick y Iverson, 2006))		
T095	Utilizamos equipos multifuncionales que se crean en torno a proyectos o tareas concretas (y se disuelven una vez completada)	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004)	0,35**	0,43**	0,28**	0,45**		1,34 (1,68)	0,69*
		N	128	128	128	128	128	128	
		CFA	0,62	0,68*	0,59*	0,70*	0,53*	0,60*	
		AFE	0,71	0,73	0,69	0,74	0,63	0,67	

Tabla B16 – Equipos de trabajo

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T096	T097	Corr
T096	Utilizamos un sistema de remuneración con complementos salariales que se entregan en función de las sugerencias de mejora de calidad, productividad, o eficiencia propuestas por un grupo o equipo de operarios	(Anand y Kodali, 2009; McKone et al., 2001)	1,16 (1,59)		0,87**
T097	Utilizamos un sistema de remuneración con complementos salariales que se entregan en función del aprendizaje de nuevas habilidades o puestos de trabajo	(Anand y Kodali, 2009; Flynn y Sakakibara, 1995)	0,50**	1,27 (1,57)	0,86**
		N	128	128	
		CFA	0,68	0,74*	
		AFE	0,87	0,87	

Tabla B17 – Recompensas

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T084	T085	T086	T087	T088	Corr
T084	Los mandos de la empresa utilizan la comunicación cara a cara con los empleados	(Flynn y Sakakibara, 1995)	4,36 (1,02)					0,62**
T085	Los supervisores o encargados mantienen reuniones donde los	(Flynn y Sakakibara, 1995)	0,24**	3,29 (1,52)				0,73**

	operarios a su cargo pueden discutir o comentar cosas juntos							
T086	Los supervisores o encargados animan a que los operarios a su cargo expongan sus ideas u opiniones	(Challis et al., 2005; Flynn y Sakakibara, 1995)	0,49*	0,48**	3,68 (1,12)			0,77**
T087	Comunicamos a nuestros operarios información económica y/o estratégica	(Tari et al., 2007a)	0,13	0,23**	0,28**	2,28 (1,59)		0,60**
T088	Los mandos de la empresa les dicen a los operarios si están haciendo un buen trabajo o no	(Flynn y Sakakibara, 1995)	0,54*	0,48**	0,56**	0,23**	4,08 (1,10)	0,77**
		N	128	128	128	128	128	
		CFA	0,63	0,59*	0,75*	0,37*	0,79*	
		AFE	0,70	0,69	0,82	0,44	0,83	

Tabla B18 – Comunicación

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T060	T058	T059	T061	Corr
T060	Existe integración de las operaciones de nuestra empresa con las del cliente (colaboración logística, sistemas de información integrados, asistencia técnica mutua...)	(Banker et al., 2006; Kannan y Tan, 2005; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	2,44 (1,86)				0,78**
T058	Tenemos relaciones estrechas con los clientes (contactos directos y frecuentes, visitas del cliente a la empresa, acuerdos de colaboración, etc.)	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Molina et al., 2007; Shah y Ward, 2007; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	0,48**	3,83 (1,34)			0,78**
T059	Encuestamos o diagnosticamos las necesidades o requerimientos de nuestros clientes	(Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Ketokivi y Schroeder, 2004; Molina et al., 2007; Shah y Ward, 2007; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	0,44**	0,58**	2,89 (1,69)		0,77**
T061	Nuestros clientes nos dan feedback de la calidad de si realizamos	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Flynn y	0,43**	0,44**	0,37**	3,12 (1,83)	0,74**

	las entregas a tiempo	Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Schroeder et al., 2002; Shah y Ward, 2007)					
		N	128	128	128	128	
		CFA	0,63	0,79*	0,71*	0,5*	
		AFE	0,76	0,82	0,78	0,71	

Tabla B19 – Relación con clientes

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	T071	T062	T063	T064	T065	T066	T067	T068	T069	T070	Corr
T071	Usamos equipos de trabajo que trabajan conjuntamente con proveedores	(Anand y Kodali, 2009; Banker et al., 2006; Kannan y Tan, 2005; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	1,19 (1,65)										0,57*
T062	Existe integración de las operaciones de nuestra empresa con las de los proveedores (colaboración logística, sistemas de información integrados, asistencia técnica mutua...)	(Avella et al., 2001; Kannan y Tan, 2005; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	0,36*	2,21 (1,70)									0,69*
T063	Utilizamos la subcontratación de parte de nuestros procesos de fabricación o servicio.	(Avella et al., 2001)	0,23*	0,20*	1,27 (1,60)								0,42*
T064	Establecemos relaciones a largo plazo con	(Anand y Kodali, 2009; Doolen y Hacker,	0,18*	0,29*	0,18*	3,46 (1,46)							0,57*

	nuestros proveedores	2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Molina et al., 2007; Schroeder et al., 2002)											
T065	Preferimos tener un grupo reducido de proveedores	(Anand y Kodali, 2009; Flynn y Sakakibara, 1995; Molina et al., 2007; Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007)	0,22*	0,25*	0,20*	0,18*	2,96 (1,60)						0,47*
T066	Tenemos relaciones estrechas con los proveedores (contactos directos y frecuentes, visitas mutuas a las plantas, acuerdos de colaboración, etc.)	(Anand y Kodali, 2009; Shah y Ward, 2007; Tari et al., 2007a; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	0,24*	0,48*	0,25**	0,41**	0,39**	2,89 (1,53)					0,77*
T067	Trabajamos conjuntamente con los proveedores para mejorar la calidad de los componentes que nos suministran	(Ketokivi y Schroeder, 2004; Narasimhan et al., 2006; Schroeder et al., 2002; Shah y Ward, 2007; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	0,41*	0,56*	0,19*	0,39**	0,21*	0,72**	2,50 (1,68)				0,81*
T068	Intercambiamos datos e información técnica o comercial con los proveedores para desarrollar conjuntamente	(Narasimhan et al., 2006; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	0,37*	0,48*	0,25**	0,37**	0,29**	0,59**	0,68*	1,98 (1,63)			0,75*

	ente planes de producción o predicciones de demanda												
T069	Qué cantidad de componentes que utilizamos en nuestra empresa son suministrados diariamente por los proveedores?	(Avella et al., 2001; Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004)	0,35*	0,35*	0,26**	0,24**	0,12	0,40**	0,47*	0,35**	2,15 (1,75)		0,62*
T070	Qué cantidad de nuestros proveedores tienen certificado de calidad?	(Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004; Narasimhan et al., 2006)	0,30*	0,36*	-0,01	0,41**	0,15	0,39**	0,49*	0,39**	0,33**	2,50 (1,94)	0,62*
		N	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	
		CFA	0,46	0,64*	0,28*	0,48*	0,34*	0,79*	0,88*	0,76*	0,53*	0,54*	
		AFE	0,56	0,70	0,37	0,56	0,42	0,80	0,85	0,78	0,61	0,62	

Tabla B20 – Relación con proveedores

Agradecimientos

Trabajo desarrollado con la financiación recibida para el proyecto Treball d'Enginyeria per a la col·locació adaptada de persones amb discapacitats (GV/2007/241) y del proyecto arquitectura de las prácticas de alto rendimiento de gestión de operaciones y gestión de recursos humanos: definición de los constructos, modelo factorial y establecimiento del path dependence (PAID-0609-2850).

Referencias

- AHMAD, O.; SCHROEDER, R. G. (2003): The Impact of Human Resource Management Practices on Operational Performance: Recognising Country and Industry Differences. *Journal of Operation Management*, 21: 19-43.
- AHMAD, S.; SCHROEDER, R. G.; SINHA, K. K. (2003): The Role of Infrastructure Practices in the Effectiveness of JIT Practices: Implications for Plant Competitiveness. *Journal of Engineering and Technology Management*, 20 (3): 161-191.

- ANAND, G.; KODALI, R. (2009): Selection of Lean Manufacturing Systems Using the Analytic Network Process - a Case Study. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20 (2): 258-289.
- AUST, B.; RUGULIES, R.; SKAKON, J.; SCHERZER, T.; JENSEN, C. (2007): Psychosocial Work Environment of Hospital Workers: Validation of a Comprehensive Assessment Scale. *International Journal of Nursing Studies*, 44 (5): 814-825.
- AVELLA, L.; FERNANDEZ, E.; VAZQUEZ, C. J. (2001): Analysis of Manufacturing Strategy As an Explanatory Factor of Competitiveness in the Large Spanish Industrial Firm. *International Journal of Production Economics*, 72 (2): 139-157.
- BAGOZZI, R. P. (1994). "Structural Equation Models in Marketing Research: Basic Principles." 317-385 in *Principles of Marketing Research*, Bagozzi, R. P. Malden, MA: Blackwell Publishers.
- BANKER, R. D.; BARDHAN, I. R.; CHANG, H. H.; LIN, S. (2006): Plant Information Systems, Manufacturing Capabilities, and Plant Performance. *Mis Quarterly*, 30 (2): 315-337.
- BATEMAN, N. (2005): Sustainability: the Elusive Element of Process Improvement. *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (3-4): 261-276.
- BAYO MORIONES, A.; MERINO DÍAZ DE CERIO, J. (2002): Las Prácticas De Recursos Humanos De Alto Compromiso: Un Estudio De Los Factores Que Influyen Sobre Su Adopción En La Industria Española. *Cuadernos De Economía y Dirección De La Empresa* (12): 227-247.
- BENTLER, P. M. (2002). *EQS 6 Structural Equations Program Manual*. Encino, CA: Multivariate Software, Inc.
- BIRDI, K.; CLEGG, C.; PATTERSON, M.; ROBINSON, A.; STRIDE, C. B.; WALL, T. D.; WOOD, S. J. (2008): The Impact of Human Resource and Operational Management Practices on Company Productivity: A Longitudinal Study. *Personnel Psychology*, 61 (3): 467-501.
- BONAVÍA MARTÍN, T.; MARIN-GARCIA, J. A. (2006): An Empirical Study of Lean Production in Ceramic Tile Industries in Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, 26 (5): 505-531.
- BONAVÍA MARTÍN, T.; MARIN-GARCIA, J. A. (2007): Grado De Uso y Resultados De La Producción Ajustada En Las Empresas De Pavimentos y Revestimientos Cerámicos. *Revista Europea De Dirección y Economía De La Empresa*, 16 (3): 39-54.
- BOWLING, N. A.; HAMMOND, G. D. (2008): A Meta-Analytic Examination of the Construct Validity of the Michigan Organizational Assessment Questionnaire Job Satisfaction Subscale. *Journal of Vocational Behavior*, 73 (1): 63-77.
- BYRNE, B. (1994). *Structural equation modelling with EQS and EQS/Windows*. Thousand Oaks: Sage.
- CHALLIS, D.; SAMSON, D.; LAWSON, B. (2005): Impact of Technological, Organizational and Human Resource Investments on Employee and Manufacturing Performance: Australian and New Zealand Evidence. *International Journal of Production Research*, 43 (1): 81-107.
- COMBS, J.; LIU, Y.; HALL, A.; KETCHEN, D. (2006): How Much Do High-Performance Work Practices Matter? A Meta-Analysis of Their Effects on Organizational Performance. *Personnel Psychology*, 59 (3): 501-528.
- CUA, K.; MCKONE, K.; SCHROEDER, R. G. (2001): Relationships Between Implementation of TQM, JIT, and TPM and Manufacturing Performance. *Journal of Operations Management*, 19 (6): 675-694.
- DABHILKAR, M.; AHLSTROM, P. (2007): "The Impact of Lean Production Practices and Continuous Improvement Behavior on Plant Operating Performance".
- DABHILKAR, M.; BENGTTSSON, L. (2007): Continuous Improvement Capability in the Swedish Engineering Industry. *International Journal of Technology Management*, 37 (3-4): 272-289.

- DEVARAJ, S.; HOLLINGWORTH, D. G.; SCHROEDER, R. G. (2004): Generic Manufacturing Strategies and Plant Performance. *Journal of Operations Management*, 22 (3): 313-333.
- DÍAZ GARRIDO, E.; MARTÍN PEÑA, M. L. (2007): Análisis De Las Prioridades Competitivas De Operaciones En Empresas Industriales Españolas. *Investigaciones Europeas De Dirección y Economía De La Empresa*, 13 (3): 107-126.
- DOOLEN, T. L.; HACKER, M. E. (2005): A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. *International Journal of Manufacturing Systems*, 24 (1): 22-67.
- FLIEDNER, G.; MATHIESON, K. (2009): Learning Lean: A Survey of Industry Lean Needs. *Journal of Education for Business*, March/April: 194-199.
- FLYNN, B. B.; SAKAKIBARA, S. (1995): Relationship Between JIT and TQM: Practices and Performance. *Academy of Management Journal*, 38 (5): 1325.
- FLYNN, B. B.; SCHROEDER, R. G.; SAKAKIBARA, S. (1994): A Framework for Quality Management Research and an Associated Measurement Instrument. *Journal of Operations Management*, 11 (4): 339-366.
- FORZA, C. (1996): Work Organization in Lean Production and Traditional Plants - What Are the Differences. *International Journal of Operations & Production Management*, 16 (2): 42+.
- FORZA, C.; NUZZO, F. D. (1998): Meta-Analysis Applied to Operations Management: Summarizing the Results of Empirical Research. *International Journal of Production Research*, 36 (3): 837-861.
- FUERTES MARTÍNEZ, F.; MUNDUATE JACA, L.; FORTEA BAGÁN, M. Á. (1996). *Análisis y rediseño de puestos (adaptación española del cuestionario Job Diagnostic Survey - JDS-)*. Castellón: Universidad Jaime I.
- FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S. (2001): The Production Performance Benefits From JIT Implementation. *Journal of Operations Management*, 19 (1): 81-96.
- FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S.; FAWSON, C. (2003): An Examination of the Relationships Between JIT and Financial Performance. *Journal of Operations Management*, 21 (4): 383-404.
- GILLET, B.; SCHWAB, D. P. (1975): Convergent and Discriminant Validities of Corresponding Job Descriptive Index and Minnesota Satisfaction Questionnaire Scales. *Journal of Applied Psychology*, 60 (3): 313-317.
- GUERRERO, S.; BARRAUD-DIDIER, V. (2004): High-Involvement Practices and Performance of French Firms. *International Journal of Human Resource Management*, 15 (8): 1408-1423.
- GUTHRIE, J. P.; SPELL, C. S.; NYAMORI, R. O. (2002): Correlates and Consequences of High Involvement Work Practices: the Role of Competitive Strategy. *International Journal of Human Resource Management*, 13 (1): 183-197.
- HACKMAN, J. R.; OLDFHAM, G. R. (1975): Development of the Job Diagnostic Survey. *Journal of Applied Psychology*, 60 (2): 159-170.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. (1999). *Análisis de datos multivariante*. Prentice Hall.
- HALLGREN, M.; OLHAGER, J. (2009): Flexibility Configurations: Empirical Analysis of Volume and Product Mix Flexibility. *Omega-International Journal of Management Science*, 37: 746-756.
- HOGAN, E. A.; MARTELL, D. A. (1987): A Confirmatory Structural Equations Analysis of the Job Characteristics Model. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 39 (2): 242-263.
- HOLWEG, M. (2007): The Genealogy of Lean Production. *Journal of Operations Management*, 25 (2): 420-437.
- JACKSON, T.; DYER, C. (1998). *Diagnóstico corporativo: una herramienta para alcanzar la excelencia*. Madrid: TGP Hoshin (PRODUCTIVITY PRESS).
- JORGENSEN, F.; HYLAND, P. W.; KOFOED, L. (2008a): "Modelling the Role of Human Resource Management in Continuous Improvement".

- JORGENSEN, F.; LAUGEN, B.; VUJOVIC, S. (2008b): "Organizing for Continuous Improvement".
- KANNAN, V. R.; TAN, K. C. (2005): Just in Time, Total Quality Management, and Supply Chain Management: Understanding Their Linkages and Impact on Business Performance. *Omega-International Journal of Management Science*, 33 (2): 153-162.
- KARLSSON, C.; AHLSTRÖM, P. (1996): Assessing Changes Toward Lean Production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16 (2): 24-41.
- KETOKIVI, M. A.; SCHROEDER, R. G. (2004): Strategic, Structural Contingency and Institutional Explanations in the Adoption of Innovative Manufacturing Practices. *Journal of Operations Management*, 22 (1): 63-89.
- KRISTENSEN, T. S.; HANNERZ, H.; HOGH, A.; BORG, V. (2005): The Copenhagen Psychosocial Questionnaire - a Tool for the Assessment and Improvement of the Psychosocial Work Environment. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 31 (6): 438-449.
- KUMAR, M.; ANTONY, J. (2008): Comparing the Quality Management Practices in UK SMEs. *Industrial Management & Data Systems*, 108 (9): 1153-1166.
- LIN, W. B. (2006): The Exploration of Employee Involvement Model. *Expert Systems With Applications*, 31 (1): 69-82.
- MARIN-GARCIA, J. A.; BONAVIDA, T.; ARDO DEL VAL, M. (2009): "An Empirical Analysis of Lean Manufacturing Framework in Spanish Ceramic Companies". XIX CONGRESO NACIONAL DE ACEDE (SEPTIEMBRE 2009, TOLEDO-Spain).
- MARIN-GARCIA, J. A.; CONCI, G. (2009): Exploratory Study of High Involvement Work Practices: Identification of the Dimensions and Proposal of Questionnaire to Measure the Degree of Use in the Company. *Intangible Capital*, 5 (3): 278-300.
- MARTÍN PEÑA, M. L.; DÍAZ GARRIDO, E. (2007): "Impacto De La Estrategia De Producción En La Ventaja Competitiva y En Los Resultados Operativos". Madrid: International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO.
- MARTÍNEZ-COSTA, M.; CHOI, T. Y.; MARTÍNEZ, J. A.; MARTÍNEZ-LORENTE, A. R. (2009): ISO 9000/1994, ISO 9001/2000 and TQM: The Performance Debate Revisited. *Journal of Operations Management*, In Press, Corrected Proof (doi:10.1016/j.jom.2009.04.002).
- MATSUI, Y. (2007): An Empirical Analysis of Just-in-Time Production in Japanese Manufacturing Companies. *International Journal of Production Economics*, 108 (1-2): 153-164.
- MCKONE, K. E.; SCHROEDER, R. G.; CUA, K. O. (2001): The Impact of Total Productive Maintenance Practices on Manufacturing Performance. *Journal of Operations Management*, 19 (1): 39-58.
- MELIA, J. L.; PEIRÓ SILLA, J. M. (1989): El Cuestionario De Satisfacción S10/12: Estructura Factorial, Fiabilidad y Validez. *Revista De Psicología Del Trabajo y De Las Organizaciones*, 4 (11): 179-187.
- MOLINA, L. M.; LLORENS-MONTES, J.; RUIZ-MORENO, A. (2007): Relationship Between Quality Management Practices and Knowledge Transfer. *Journal of Operations Management*, 25 (3): 682-701.
- MONCADA LLUIS, S.; LLORENS SERRANO, C.; FONT COROMINAS, A.; GALTES CAMPS, A.; NAVARRO GINE, A. (2008): [Psychosocial Risk Exposure Among Wage Earning Population in Spain (2004-05): Reference Values of the 21 Dimensions of COPSOQ ISTAS21 Questionnaire]. *Rev Esp Salud Publica*, 82 (6): 667-675.
- NAIR, A. (2006): Meta-Analysis of the Relationship Between Quality Management Practices and Firm Performance--Implications for Quality Management Theory Development. *Journal of Operations Management*, 24 (6): 948-975.
- NARASIMHAN, R.; SWINK, M.; KIM, S. W. (2005): An Exploratory Study of Manufacturing Practice and Performance Interrelationships - Implications for Capability Progression. *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (9-10): 1013-1033.

- NARASIMHAN, R.; SWINK, M.; KIM, S. W. (2006): Disentangling Leanness and Agility: An Empirical Investigation. *Journal of Operations Management*, 24 (5): 440-457.
- PENG, D.; SCHROEDER, R. G.; SHAH, R. (2008): Linking Routines to Operations Capabilities: A New Perspective. *Journal of Operations Management*, 26: 730-748.
- PORTIOLI STAUDACHER, A.; TANTARDINI, M. (2007): "Lean Production Implementation: a Survey in Italy". Madrid: International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO.
- RAYMOND, L.; ST-PIERRE, J. (2005): Antecedents and Performance Outcomes of Advanced Manufacturing Systems Sophistication in SMEs. *International Journal of Operations & Production Management*, 25 (5-6): 514-533.
- SAURIN, T.; FERREIRA, C. (2008): Avaliação Qualitativa Da Implantação De Práticas Da Produção Enxuta: Estudo De Caso Em Uma Fábrica De Máquinas Agrícolas. *Gestao & Produção*, 15: 449-462.
- SCHROEDER, R. G.; BATES, K. A.; JUNTTILA, M. A. (2002): A Resource-Based View of Manufacturing Strategy and the Relationship to Manufacturing Performance. *Strategic Management Journal*, 23 (2): 105.
- SHAH, R.; WARD, P. T. (2007): Defining and Developing Measures of Lean Production. *Journal of Operations Management*, 25 (4): 785-805.
- SILA, I. (2007): Examining the Effects of Contextual Factors on TQM and Performance Through the Lens of Organizational Theories: An Empirical Study. *Journal of Operations Management*, 25 (1): 83-109.
- SPREITZER, G. M. (1995): Psychological Empowerment in the Workplace - Dimensions, Measurement, and Validation. *Academy of Management Journal*, 38 (5): 1442-1465.
- SUNG, J.; ASHTON, D. (2005). *High Performance Work Practices: linking strategy and skills to performance outcomes*. London: DTI in association with CIPD.
- SWINK, M.; NARASIMHAN, R.; KIM, S. W. (2005): Manufacturing Practices and Strategy Integration: Effects on Cost Efficiency, Flexibility, and Market-Based Performance. *Decision Sciences*, 36 (3): 427-457.
- TAN, P. P.; HAWKINS, W. E. (2000): The Factor Structure of the Minnesota Satisfaction Questionnaire and Participants of Vocational Rehabilitation. *PSYCHOLOGICAL REPORTS*, 87 (1): 34-36.
- TARI, J. J.; MOLINA, J. F.; CASTEJÓN, J. L. (2007a): The Relationship Between Quality Management Practices and Their Effects on Quality Outcomes. *European Journal of Operational Research*, 183 (2): 483-501.
- TARI, J. J.; MOLINA, J. F.; CASTEJÓN, J. L. (2007b): The Relationship Between Quality Management Practices and Their Effects on Quality Outcomes. *European Journal of Operational Research*, 183 (2): 483-501.
- ULLMAN, J. B.; BENTLER, P. M. (2004). "Structural Equation Modeling." 431-458 in *Handbook of Data Analysis*, Hardy, M. & Bryman, A. SAGE.
- URGAL GONZÁLEZ, B.; GARCÍA VÁZQUEZ, J. M. (2006): Decisiones De Producción, Capacidades De Producción y Prioridades Competitivas. Un Estudio Aplicado Al Sector Del Metal En España. *Investigaciones Europeas De Dirección y Economía De La Empresa*, 12 (3): 133-149.
- VAN IWAARDEN, J.; VAN DER WIELE, T.; WILLIAMS, R.; BERTSCH, B. The Six Sigma Improvement Approach: a Transnational Comparison. *International Journal of Production Research*, 46 (23): 6736-6758.
- VAZQUEZ-BUSTELO, D.; AVELLA, L. (2006a): Agile Manufacturing: Industrial Case Studies in Spain. *Technovation*, 26: 1147-1161.
- VAZQUEZ-BUSTELO, D.; AVELLA, L. (2006b): "Contraste Empírico Del Modelo De Fabricación Ágil En España". Valencia: XVI congreso nacional de la Asociación Científica de Economía y Dirección de Empresas.
- WARD, P.; ZHOU, H. G. (2006): Impact of Information Technology Integration and Lean/Just-in-Time Practices on Lead-Time Performance. *Decision Sciences*, 37 (2): 177-203.

- WEISS, D.; DAWIS, R.; ENGLAND, G.; LOFQUIST, L. (1967). *Manual for the Minnesota Satisfaction Questionnaire*. Minneapolis: Industrial Relations Center, University of Minnesota.
- WHITE, R. E.; PEARSON, J. N.; WILSON, J. R. (1999): JIT Manufacturing: A Survey of Implementations in Small and Large U.S. Manufacturers. *Management Science*, 45 (1): 1-16.
- WHITE, R. E.; PRYBUTOK, V. (2001): The Relationship Between JIT Practices and Type of Production System. *Omega*, 29 (2): 113-124.
- WOOD, S.; DE MENEZES, L. M. (2008): Comparing Perspectives on High Involvement Management and Organizational Performance Across the British Economy. *The International Journal of Human Resource Management*, 19 (4): 639-683.
- ZATZICK, C. D.; IVERSON, R. D. (2006): High-Involvement Management and Workforce Reduction: Competitive Advantage or Disadvantage? *Academy of Management Journal*, 49 (5): 999-1015.

©© Intangible Capital, 200X (www.intangiblecapital.org)



El artículo está con Reconocimiento-NoComercial 2.5 de Creative Commons. Puede copiarlo, distribuirlo y comunicarlo públicamente siempre que cite a su autor y a Intangible Capital. No lo utilice para fines comerciales. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/es/>

Capítulo 4

Efecto de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados no financieros: estudio empírico en Centros Especiales de Empleo españoles

Efecto de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados no financieros: estudio empírico en Centros Especiales de Empleo españoles

Title: Effect of the lean manufacturing practices on the non-financial performance: empirical study in Spanish Sheltered Work Centre's

Juan A. Marin-Garcia
ROGLE-Universidad Politécnica de Valencia.

Paula Carneiro
Universidad Politécnica de Valencia.

Contacto:
Juan A. Marin-Garcia
ROGLE- Dept. Organización de Empresas -edificio 7D
Universidad Politécnica de Valencia
Camino de Vera s/n 46022 Valencia-SPAIN
Tel: 96 387 70 07 Ext. 76853
Fax: 96 387 76 89
jamarin@omp.upv.es

Agradecimientos

Trabajo desarrollado con la financiación recibida para el proyecto UPV-PAID-06-09-2850 Arquitectura de las prácticas de alto rendimiento de gestión de operaciones (HPOMP) y gestión de recursos humanos (HPWP): definición de los constructos, modelo factorial y establecimiento del Path Dependency.

Efecto de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados no financieros: estudio empírico en Centros Especiales de Empleo españoles

Resumen:

El efecto de la producción ajustada sobre los indicadores no financieros de las empresas ha sido estudiado de manera global, sin aislar los efectos particulares de cada una de las sub-escalas de producción ajustada. Pretendemos ayudar a cubrir esa laguna analizando los datos de Centros Especiales de Empleo españoles (n=128), comprobando previamente que la producción ajustada en este sector no parece bien explicada por factores de segundo orden. Los resultados parecen confirmar que 13 de las 20 sub-escalas analizadas, tienen un efecto positivo sobre los resultados, aunque solo 6 de ellas (tiempos cortos de cambio, implicación de los mandos en la mejora continua, formación, equipos de trabajo, comunicación y relación con clientes) son suficientemente grandes para ser significativos estadísticamente. Cada una de estas sub-escalas explica, individualmente, entre el 4% y el 13% de la varianza de resultados.

Palabras clave: producción ajustada, desempeño, encuesta, análisis factorial confirmatorio.

Title: Effect of the lean manufacturing practices on the non-financial performance: empirical study in Spanish Sheltered Work Centre's

Abstract: The effect of lean production on non-financial indicators of firms has been studied as a whole, without isolating the individual effects of each of the subscales of lean production. We intend to fill this gap by providing an analysis of data from Spanish sheltered work centres for disabled (n = 128). First, we found that, in this sample, lean production does not seem well explained by second-order factors. Therefore we analyze the effects of the subscales. The results seem to confirm that 13 of the 20 subscales tested, have a positive effect on the results, although only 6 of them (short changing times, managers involvement on continuous improvement, training, teamwork, communication and relationship with customers) are large enough to be statistically significant. Each of these sub-scales explained individually between 4% and 13% of the variance in results.

Keywords: lean manufacturing, performance, survey, confirmatory factorial analysis.

Introducción

El desafío que tienen que afrontar las empresas para mantenerse en el mercado o de ser más competitivas es uno de los motivos para que el sistema de gestión de operaciones

evolucione y se transforme (Fullerton y McWatters, 2001; Swink et al., 2005). La producción ajustada es uno de los paradigmas más estudiados en las publicaciones científicas para afrontar ese desafío (Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2003).

Desde los años 1980's, es frecuente encontrar ejemplos de implantación de las prácticas de gestión de la calidad (TQM), flujo interno de producción (JIT), mantenimiento (TPM), gestión de la cadena de suministro (CADsum) y la implicación de los operarios (HRM) en las empresas (Cua et al., 2001). En diversos trabajos se ha constatado que la aplicación de las herramientas de producción ajustada tiene efectos beneficiosos para la empresa. Estos efectos son mayores si se implantan todas las herramientas conjuntamente, pues podemos aprovechar un efecto de sinergia entre ellos (White y Prybutok, 2001). Sin embargo, la puesta en marcha de alguna herramienta aislada también puede propiciar la mejora de diversos indicadores (Lee, 1996) y es una estrategia altamente recomendada en las empresas pequeñas y medianas (Lee, 1997; White et al., 1999), que suelen contar con recursos escasos para mantener en marcha el sistema completo (Inman y Mehra, 1990).

Para abordar el efecto de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados, algunos autores utilizan indicadores financieros (Fullerton et al., 2003; Martínez-Costa y Jiménez-Jiménez, 2009; Molina et al., 2007). Sin embargo, la mayoría de los autores sugieren analizar los indicadores de carácter no financiero, como la ventaja competitiva, porque reflejan con más claridad el impacto directo de las prácticas de gestión de operaciones y están menos influenciados por las crisis u otras alteraciones de las variables socioeconómicas que quedan fuera del área de actuación de las empresas (Callen et al., 2005; Diaz et al., 2005; Fullerton y McWatters, 2001). En general, la mayoría asume que los resultados no financieros son de carácter multidimensional y deben contemplar varias facetas como calidad, productividad, flexibilidad, etc. (Ketokivi y Schroeder, 2004a; Schroeder et al., 2002).

Existe literatura sobre las prácticas de la producción ajustada y su impacto en el desempeño de las empresas. Se han encontrado efectos positivos del JIT, TQM, TPM, HRM y Cadena de Suministro sobre los costes, calidad, flexibilidad y productividad (Birdi et al., 2008; Challis et al., 2005; Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004a; McKone et al., 2001). Sin embargo, los resultados de la producción ajustada son controvertidos desde el punto de vista del impacto sobre los trabajadores (Antoni, 1996; Dankbaar, 1997; Delbridge et al., 2000; Godard, 2004; Seppälä y Klemola, 2004; Wall et al., 2002). A este hecho, se une que hay pocos estudios que hayan analizado los efectos de la implantación de la producción ajustada sobre la satisfacción de los empleados. Sus resultados tienen a mostrar un efecto no significativo o negativo de la producción ajustada como conjunto y la satisfacción o motivación del trabajador (Marin-Garcia et al., 2009c).

Algunos de estos estudios se han basado en muestras de empresas de diferentes sectores (Cua et al., 2001; Fullerton et al., 2003; Shah y Ward, 2003). Otros, se han centrado en muestras amplias de empresas de unos pocos sectores, habitualmente del automóvil, productos electrónicos o maquinaria (Bañegil, 1993; Kochan et al., 1997; Lowe et al., 1997; Sakakibara et al., 1997; Spear y Bowen, 1999). También existen algunas evidencias de la aplicación exitosa de la producción ajustada en otros sectores como construcción (Pheng y Teo, 2004), maquiladoras (Jun et al., 2006), baldosas cerámicas (Bonavía Martín y Marin-García, 2007) u ópticos (Wang, 2008). Pero mucha de la investigación extendida a sectores diferentes del automóvil, electrónicos y maquinaria está basada en estudio de casos aislados.

Las personas con discapacidad son un problema social de importancia creciente en la sociedad española y, en especial, conviene reflexionar sobre su participación efectiva en el mercado laboral. En los últimos años se han ido articulando diversas estrategias con el fin de facilitar la inserción laboral de este sector de la población. En este artículo se analizan los Centros Especiales de Empleo (en adelante CEE), por tratarse de la fórmula que ha conseguido paliar de manera más significativa las altas cifras de desempleo de este segmento de la población. Un CEE es una empresa, con un mínimo del 70% de empleados con discapacidad, que realiza un trabajo productivo en igualdad de condiciones con la empresa ordinaria. Su finalidad es la de asegurar un empleo remunerado y la prestación de servicios de ajuste personal y social que requieran sus trabajadores con minusvalía; teniendo para ello una serie de ayudas institucionales (Jordan de Urries et al., 2005; Miralles Insa et al., 2009). Si el crecimiento del número de personas que han logrado un empleo gracias a los CEE ha sido notable (desde el año 1998 se ha doblado el número de trabajadores con discapacidad que disponen de un empleo a través de esta fórmula), no menos destacable es la evolución que han experimentado recientemente los propios centros, ya que según datos del Instituto de Migraciones y Servicios Sociales, en el año 1995 apenas existían en España 137 Centros Especiales de Empleo, y sólo ocho Comunidades Autónomas contaban con este tipo de centros; mientras que en la actualidad existen en España más de 600 CEE distribuidos por diferentes puntos de la geografía española. Por otro lado, cabe resaltar que el contexto empresarial actual está caracterizado por la globalización, los avances en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la importancia de las relaciones con los clientes y proveedores en un entorno de alta competitividad. Esta situación hace necesario desarrollar e implantar las mejores prácticas para trabajar con empleados, equipos y materiales en los CEE. El logro de eficiencia productiva permitiría alcanzar un objetivo social complementario, como es la máxima integración laboral de las personas con discapacidades (Barnes y Mercer, 2005; Miralles Insa et al., 2009).

La investigación que presentamos en este artículo revisa y resume la literatura que estudia la relación de las prácticas aisladas de producción ajustada con los resultados no

financieros de la empresa; determina el grado en que los Centros Especiales de Empleo españoles tienen implantadas las prácticas de producción ajustada y el efecto que eso produce en los resultados no financieros de la empresa. Consideramos que nuestra investigación es interesante pues describe la situación de un sector (Centros Especiales de Empleo) y un país (España) apenas investigados en la literatura científica sobre producción ajustada. Además, nos permitirá profundizar en el análisis de los efectos que produce la implantación de las herramientas de producción ajustada en empresas de sectores diferentes del automovilístico.

Prácticas de la producción ajustada

La producción ajustada consiste en un conjunto de herramientas cuyo objetivo principal es eliminar el desperdicio (tiempo, espacio, personas, material, retrabajos, stocks, etc) (Shah y Ward, 2007). El listado de herramientas de la producción ajustada es extenso y no siempre homogéneo, aunque se pueden agrupar en cinco categorías: gestión de la calidad (TQM), flujo interno de producción (JIT), mantenimiento (TPM), gestión de la cadena de suministro (CADsum) y la implicación de los operarios (HRM) (Bonavía Martín y Marin-Garcia, 2006; Swink et al., 2005).

En la literatura podemos encontrar diferentes modelos para proponer la agrupación de las prácticas de producción ajustada. Existen propuestas donde la producción ajustada se presenta como un único factor (Birdi et al., 2008; Dabhilkar y Ahlstrom, 2007). Otras, consideran que la producción ajustada se compone de varios factores independientes (sub-escalas) que se calculan como el promedio de varios ítems (Ahmad et al., 2003; Forza, 1996; Ketokivi y Schroeder, 2004b; Marin-Garcia et al., 2009a; Urgal González y García Vázquez, 2006; White y Prybutok, 2001). Por último, algunos autores proponen modelos de segundo orden, donde la producción ajustada se compone de varios factores (bundles) que se componen a su vez de varias sub-escalas que, se calculan como el promedio de varios ítems. (Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Shah y Ward, 2007).

El análisis de cuál de los modelos es más adecuado excede los objetivos de este artículo. Sin embargo, podemos considerar que, para el marco de nuestra investigación, el modelo que mejor se ajusta es el que plantea la producción ajustada como un conjunto de sub-escalas independientes (Marín-García y Carneiro, 2010). Desde este punto de vista, las prácticas a estudiar están recogidas en la tabla 1.

Sub-escala	Autores
Tiempos cortos de cambio	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004b; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008; Shah y Ward, 2007; White et al., 1999)
Fabricación en células	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Narasimhan et al., 2006; White et al., 1999)
Nivelado de producción	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008; White et

	al., 1999)
Programación de la producción	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Forza, 1996; McKone et al., 2001)
Sistemas de arrastre	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004b; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008; Shah y Ward, 2007; White et al., 1999)
Operaciones estandarizadas	(Anand y Kodali, 2009; Doolen y Hacker, 2005; Saurin y Ferreira, 2008)
Medibles e indicadores de rendimiento	(Anand y Kodali, 2009; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008)
Gestión visual	(Anand y Kodali, 2009; Flynn y Sakakibara, 1995; McKone et al., 2001; Saurin y Ferreira, 2008)
Gestión de los procesos	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004b; Nair, 2006; Saurin y Ferreira, 2008; Shah y Ward, 2007; Sila, 2007; Tari et al., 2007; White et al., 1999)
Control estadístico del proceso	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004b; McKone et al., 2001; Narasimhan et al., 2005; Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007)
Mejora continua-implicación de los mandos	(Anand y Kodali, 2009; Dabhiikar y Bengtsson, 2007; Jorgensen et al., 2008; Schroeder et al., 2002)
Mejora continua- implicación de los operarios	(Anand y Kodali, 2009; Saurin y Ferreira, 2008; Sila, 2007; Tari et al., 2007; White et al., 1999)
Mantenimiento autónomo	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; McKone et al., 2001)
Implicación	(Anand y Kodali, 2009; Birdi et al., 2008; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2007; Sila, 2007)
Formación	(Anand y Kodali, 2009; Birdi et al., 2008; Challis et al., 2005; Cua et al., 2001; Ketokivi y Schroeder, 2004b; McKone et al., 2001; Sila, 2007; Tari et al., 2007)
Trabajo en equipo	(Anand y Kodali, 2009; Birdi et al., 2008; Challis et al., 2005; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004b; McKone et al., 2001; Narasimhan et al., 2006; Saurin y Ferreira, 2008; Sila, 2007; White et al., 1999)
Recompensas	(Anand y Kodali, 2009; Challis et al., 2005; Doolen y Hacker, 2005; McKone et al., 2001; Sila, 2007)
Comunicación	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995)
Relación con clientes	(Anand y Kodali, 2009; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004b; McKone et al., 2001; Nair, 2006; Narasimhan et al., 2005; Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007; Sila, 2007; Tari et al., 2007)
Relación con proveedores	(Martín Peña y Díaz Garrido, 2007) (Anand y Kodali, 2009; Avella et al., 2001; Cua et al., 2001; Doolen y Hacker, 2005; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004b; McKone et al., 2001; Nair, 2006; Narasimhan et al., 2005; Narasimhan et al., 2006; Saurin y Ferreira, 2008; Sila, 2007; Tari et al., 2007; White et al., 1999)

Tabla 1. Relación de prácticas de la producción ajustada

Los Centros Especiales de Empleo se caracterizan por ser, en su mayoría, pequeña y mediana empresa que trabaja fundamentalmente como subcontratistas o proveedores de empresas convencionales (Miralles Insa et al., 2009). Es por ello que sus objetivos se centran en la reducción de costes y el aumento de productividad para poder obtener más margen y una respuesta rápida a sus clientes, dentro de los parámetros de calidad estipulados. En definitiva, la reducción del despilfarro es una estrategia de operaciones clave para conseguir una ventaja competitiva en este sector (Lengnick-Hall et al., 2008; Miralles Insa et al., 2009; Uppal, 2005).

Hay autores que proponen que la puesta en marcha de alguna herramienta aislada de producción ajustada es una estrategia altamente recomendada en las empresas pequeñas y medianas (Lee, 1997; White et al., 1999), que suelen contar con recursos escasos para mantener en marcha el sistema completo (Inman y Mehra, 1990). Es más, incluso en las

empresas grandes se puede apreciar que pocas veces se implantan todas las herramientas conjuntamente (Fullerton y McWatters, 2001; White y Prybutok, 2001).

Esto nos permite plantear la primera hipótesis:

H1: Las prácticas de producción ajustada se usan de manera bastante dispar en las empresas del sector de CEE y por ellos es más conveniente analizarlas por sub-escalas que como un conjunto de "bundles" o constructo global.

Relación entre prácticas de producción ajustada con resultados no financieros

La mayoría de los artículos publicados sobre efecto de la producción ajustada sobre los resultados no financieros de la empresa, han tomado conjuntos de prácticas de producción ajustada (bundles) y han analizado su relación sobre los indicadores de resultados de manera independiente (Ahmad et al., 2003; Banker et al., 2006; Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995; Ketokivi y Schroeder, 2004a; McKone et al., 2001) (tabla 2).

Otros estudios analizan los efectos de la producción ajustada sobre escalas de resultados que agrupa varios indicadores. Entre ellos, los hay que modelizan la producción ajustada como un constructo único (Birdi et al., 2008; Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Narasimhan et al., 2006). Otros la consideran un conjunto de factores (Ahmad et al., 2003; Shah y Ward, 2003). Por último, solo hemos encontrado dos estudios que analice la producción ajustada como un conjunto de sub-escalas (Molina et al., 2007; White y Prybutok, 2001). Sin embargo, los indicadores de resultados que manejan Molina et al.(2007) son financieros y el trabajo no encaja en el contexto de nuestros objetivos.

La línea argumental esgrimida por el conjunto de estudios más popular (LP varios factores y resultados independientes) es que el uso de prácticas aisladas tienen poca capacidad para generar una ventaja competitiva (Ahmad et al., 2003; Callen et al., 2000; Cua et al., 2001; MacDuffie, 1995; Sakakibara et al., 1997; White y Prybutok, 2001). Por ejemplo, Fullerton y McWatters (2001) citan distintos estudios donde la productividad, el tiempo de fabricación o la calidad no se ha mejorado después de la implantación de algunas herramientas de producción ajustada. Además, se considera que los resultados tienen un carácter de solución de compromiso (trade-off) pues la mejora de un indicador implica el empeoramiento de los otros (deSarbo et al., 2007; Flynn et al., 1999). Sin embargo, hay autores que proponen que la puesta en marcha de alguna herramienta aislada también puede propiciar la mejora de diversos indicadores (Lee, 1996; Marin-Garcia et al., 2009b).

	Resultados como un constructo que agrupa varios indicadores	Resultados como indicadores independientes
LP como un constructo único que agrupa todas las prácticas en un solo valor	(Birdi et al., 2008; Dabhilkar y Ahlstrom, 2007)	(Narasimhan et al., 2006)

LP como un conjunto de factores (Bundles) independientes (JIT, TPM, TQM, CADsum, HRM)	(Ahmad et al., 2003; Shah y Ward, 2003)	(Avella et al., 2001; Banker et al., 2006; Challis et al., 2005; Cua et al., 2001; Diaz et al., 2005; Flynn et al., 1999; Ketokivi y Schroeder, 2004a; Lee, 1996; McKone et al., 2001; Sakakibara et al., 1997; Sila, 2007; Swink et al., 2005; Urgal González y García Vázquez, 2006; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006)
LP como prácticas independientes (sub-escalas)	(Molina et al., 2007)	(White y Prybutok, 2001)

Tabla 2. Estudios sobre relación entre producción ajustada y resultados

Flynn et al. (1995) definieron dos escalas de resultados, pero no presentan datos de su validación. Concluyeron que la aplicación de determinadas prácticas comunes tiene efectos positivos sobre los resultados, mientras que las prácticas de JIT y TQM tienen efectos directos menores sobre los resultados.

Sakakibara et al. (1997) concluyeron que el JIT aislado tiene poca influencia en los resultados, pero cuando se combina con TQM, HRM y otras prácticas produce una mejora de ventaja competitiva (inventario, entrega en el plazo, tiempo de producción, flexibilidad y coste). Ahmad et al. (2003) encuentran unos resultados similares pero usando una escala de resultados que integra varios indicadores (coste, calidad de producto, entregas tiempo y flexibilidad). Swink et al. (2005) trabajaron con un modelo similar y encontraron que la HRM está significativamente relacionada con todos los indicadores de ventaja competitiva y el JIT estaba relacionado sólo con la mejora de flexibilidad. Sin embargo, no encontraron asociación de la TQM y la gestión de cadena de suministro con ninguno de los indicadores de desempeño que utilizaron.

Avella et al. (2001) investigaron la relación con varias escalas de resultados coste (1 ítem), flexibilidad (5 ítems), calidad (5 ítems) y entrega (2 ítems) (validadas con α de Cronbach entre 0.7053 y 0.8192). Los autores no pudieron concluir si hay relaciones con resultados ya que empresas con alto y bajo desempeño aplican las mismas prácticas.

Cua et al.(2001) estudiaron la relación entre los factores de producción ajustada (JIT, TPM, TQM...) y los resultados operativos (calidad, coste, entregas y flexibilidad). Sus conclusiones son que las empresas que buscan reducción de costes deberían aplicar las prácticas de JIT, TQM y TPM. Mientras que las que buscan alta calidad deben centrarse en las prácticas de TQM. Las prácticas de recursos humanos son consideradas importantes tanto para la aplicación de las otras prácticas, como por su relación directa sobre resultados. De forma similar, Ketoviv et al. (2004a) detectaron una correlación elevada entre las prácticas y los resultados de la empresa (costes, calidad, entrega, tiempo de ciclo, flexibilidad), siendo el factor JIT el que más efecto tenía sobre todos los indicadores. Los autores presentan datos de la validación de los factores de producción ajustada pero no de las escalas de resultados.

Shah y Ward (2003) utilizaron cuatro factores de producción ajustada (JIT, TQM, TPM y HRM) y una escala de resultados con costes, tiempo de ciclo, calidad, productividad de los operarios y tiempo de entrega al cliente. Los autores validaron la escala de desempeño con el α de Cronbach (0,69). Detectaron un efecto significativo de los cuatro factores de producción ajustada que explican 23% de la variación de los resultados de desempeño definidos.

McKone et al. (2001) investigaron el impacto del TPM, JIT y TQM, sobre los costes, niveles de inventario, calidad, entrega en plazo, rapidez de entrega y flexibilidad. Los autores validaron los factores de producción ajustada pero no la escala de resultados. Concluyeron que el TPM, usado de manera aislada, mejora los resultados de la empresa pero que cuando es aplicado junto JIT y TQM, la mejora es mayor. Challis et al. (2005) han investigado la relación entre TQM, JIT y HRM sobre dos escalas de desempeño (productividad y satisfacción de los empleados; satisfacción de los clientes, entregas a tiempo y coste). Los autores encontraron efectos positivos significativos sobre ambas escalas (r^2 del 46% con la primera y del 25% con la segunda). Banker et al. (2006) encontraron que el JIT tiene una relación positiva con todos los indicadores de resultados (calidad de producto, plazos de entrega y productividad). Por su parte, la relación con clientes y proveedores afecta positivamente a la calidad y la productividad. Fullerton et al. (2001) encontraron que cuanto más se aplica TQM y JIT, mejores son los resultados de calidad, tiempo de entrega, flexibilidad, OEE e inventario. Esta asociación positiva con resultados se mantiene incluso cuando se utiliza solamente el JIT o solamente la TQM.

Narasimhan et al. (2006) es uno de los pocos trabajos que realiza una validación de la escala de resultados con análisis factorial confirmatorio con los siguientes resultados: χ^2 (458.2) con 120 grados de libertad; AGFI 0.91; CFI 0.93, RMSR 0.09, NFI 0.89. Además, encontraron que las empresas que usan producción ajustada tienen mejores resultados de coste, calidad, fiabilidad de entregas y flexibilidad que las que no tienen producción ajustada. Flynn et al. (1999) encuentran resultados parecidos al confirmar la relación entre las prácticas de producción ajustada y las ventajas competitivas en coste, calidad, flexibilidad y entregas a tiempo.

Todos los trabajos expuestos hasta aquí modelizan la producción ajustada como un conjunto muy limitado de factores (entre uno y cinco), pero las prácticas que componen esos factores varían notablemente de una investigación a otra (Marín-García y Carneiro, 2010). La mayor parte de esta variación se debe a que las prácticas de producción ajustada se pueden agrupar en torno a unas 20 sub-escalas, pero los trabajos revisados no suelen incluir la misma combinación de sub-escalas para construir los diferentes factores (JIT, TQM, TPM, Cadsum, HRM). A pesar de haber encontrado muy pocas publicaciones que analicen el efecto que las herramientas de producción ajustada tienen sobre los indicadores de producción, cuando se aplican de manera aisladas, no es raro encontrar autores que afirmen que ninguna práctica aislada (sub-escalas) explica

significativamente las variaciones de los resultados no financieros (Cua et al., 2001; Sakakibara et al., 1997).

El único trabajo que hemos encontrado que realiza los análisis con sub-escalas es el de Whyte y Prybutok (2001). Estos autores defendieron que el uso del control estadístico de procesos está asociado significativamente a las mejoras de calidad, productividad y reducción de niveles de inventario; mientras que contar con operarios polivalentes está asociado a mejoras en el tiempo de fabricación, calidad de los productos y productividad. Además, los sistemas de arrastre están asociados a las mejoras del tiempo de fabricación y la calidad de los productos.

Nuestro objetivo es extender la investigación analizando el efecto de las sub-escalas sobre los resultados (figura 1). Este objetivo se concretaría en la siguiente hipótesis.

H2: las prácticas de producción ajustada (sub-escalas) tienen un efecto directo y positivo sobre los resultados no financieros de la empresa.

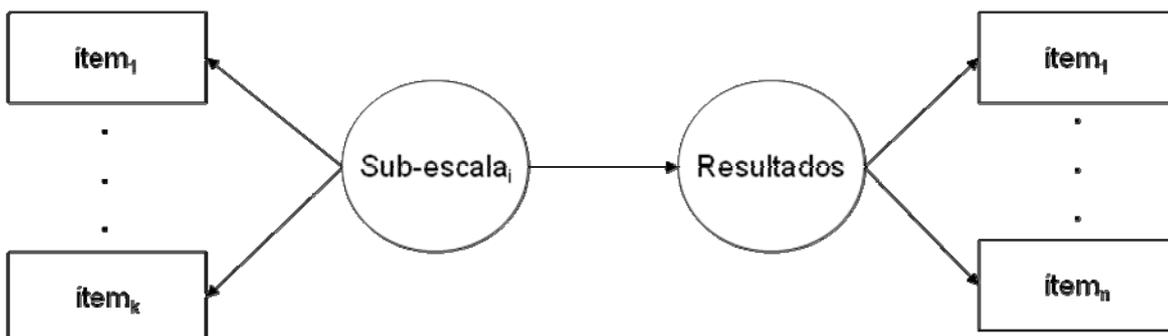


Figura 1: Modelo

Metodología

Descripción del instrumento de medida

Para medir las sub-escalas de la producción ajustada hemos utilizado el cuestionario HPOMP (Marín-García y Carneiro, 2010). Cada una de las sub-escalas puede tomar valores entre 0 (no se usa) hasta 5 (se usa mucho). Estas sub-escalas han sido validadas y tienen un α de Cronbach entre 0,57 y 0,92. Los índices de bondad de ajuste de los análisis factoriales exploratorios son globalmente aceptables.

Para la escala de resultados hemos usado los indicadores más frecuentes en la literatura (Tabla 3). Puesto que esta escala no ha sido validada previamente, haremos la validación en la sección de resultados.

Pregunta	/Autores
----------	----------

Capacidad de aumentar o disminuir el volumen de fabricación en función de la demanda	(Cua et al., 2001; Devaraj et al., 2004; Flynn et al., 1999; Narasimhan et al., 2005; Swink et al., 2005; Swink y Nair, 2007; Urgal González y García Vázquez, 2006)
Productividad de los operarios	(Banker et al., 2006; Callen et al., 2005; Challis et al., 2005; Narasimhan et al., 2005)
Satisfacción de los empleados	(Boxall y Macky, 2009; Challis et al., 2005; Fuentes-Fuentes et al., 2004)
Satisfacción de nuestros clientes con la calidad de nuestros productos/servicios	(Challis et al., 2005; Flynn et al., 1999; Narasimhan et al., 2005)
Satisfacción de nuestros clientes con el precio de nuestros productos	(Challis et al., 2005; Narasimhan et al., 2005)

Tabla 3: indicadores de resultados no financieros.

Descripción de la muestra

La población objeto de estudio la componían Centros Especiales de Empleo de España (N=646). Tras un primer contacto telefónico con la empresa, se les requería un correo electrónico de una de las personas responsables de la misma (gerente, responsable de producción, responsable de calidad, etc.) para proceder el envío del enlace al cuestionario, que se completaba a través de una página web. Los cuestionarios no completados se reclamaron tres veces por correo electrónico antes de ser considerados como no contestados. De las 237 respuestas recibidas, solo 92 tenían todos los datos completos (14,24% tasa de respuesta) y son los que emplearemos en esta investigación.

Método de análisis

Para la hipótesis 1, realizamos un test T de diferencias de medias para muestras relacionadas. Tomamos los pares de sub-escalas contenidas en los factores (bundles) y comprobamos si eran significativamente diferentes, en cuyo caso la hipótesis 1 quedaba comprobada pues las sub-escalas no podrían considerarse como indicadores sustituibles en un factor de segundo orden. Adicionalmente, también comprobamos si la correlación entre esas sub-escalas era menor que 0,7.

Para completar la prueba de la hipótesis 1 y para comprobar la hipótesis 2, Utilizamos un análisis factorial confirmatorio (AFC) con el fin de comprobar la validez de constructo de las sub-escalas de producción ajustada y de la escala de resultados. El modelo de medida consideró que cada indicador se asocia solo a un constructo (Hair et al., 1999; Hogan y Martell, 1987). Comprobamos que los valores de bondad de ajuste, tanto del modelo de medida como del modelo estructural, eran adecuados (tabla 4). Usamos el programa EQS, con estimación de parámetros por medio del método de máxima verosimilitud o, cuando era posible, los calculábamos con el método robusto (Bentler, 2002; Ullman y Bentler, 2004). Puesto que el conjunto total de variables era demasiado grande para incluirlas todas en un solo AFC, realizamos un análisis independiente para cada sub-escala de producción ajustada junto con todas las variables de resultados. Esta es una práctica habitual cuando el tamaño de la muestra es limitado, como en nuestro caso (Narasimhan et al., 2006).

Significación de las Chi2	Chi2 normada Chi2/grados de libertad	CFI Comparative fit index	IFI Bollen Fit indice	MFI McDolland Fit indice	GFI Lisrel Fit Indice	AGFI	RMSEA Root mean square error of approximation
> 0.05 (más seguro si supera 0.1)	<3 (se puede llegar hasta 5 como mucho)	>0.90	>0.90	>0.90	>.85	>090	<0.08 (se puede llegar a 0.10)

Tabla 4.- Valores recomendados para un ajuste satisfactorio de los modelos. Fuente: elaboración propia a partir de datos de autores (Hair et al., 1995; Sila, 2007; Spreitzer, 1995; Tari et al., 2007; Ullman y Bentler, 2004)

Resultados y discusión

En la tabla 5 presentamos los estadísticos descriptivos y la correlaciones de las 20 sub-escalas de producción ajustada. 19 de las 20 sub-escalas tienen un α de Cronbach satisfactorio. Solamente la sub-escala de gestión visual presenta un valor bajo. Revisando la literatura, hemos comprobado que muchos autores no agrupan los ítems de gestión visual en una misma sub-escala sino que los reparten entre varias de las otras. Por ejemplo, información y realimentación (Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995), control estadísticos del proceso (Flynn y Sakakibara, 1995; Narasimhan et al., 2005; Shah y Ward, 2007), sistemas de arrastre (Ketokivi y Schroeder, 2004b) o mejora continua (Anand y Kodali, 2009). Considerando que está sub-escala está en una etapa inicial de debate en la comunidad académica y que se acepta un α de Cronbach límite de 0.55 para fases iniciales de definición de escalas (Hair et al., 1999; Lin, 2006; Tari et al., 2007) podemos utilizarla en los análisis, teniendo en cuenta sus bajas propiedades psicométricas a la hora de interpretar los resultados. Los detalles del análisis de la validación de las sub-escalas se pueden consultar en otra publicación (Marín-García y Carneiro, 2010).

Escala	Ítems	α	Media	σ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.JIT-Tiempos cortos de cambio	5	.92	1,84	1,64	1																			
2.JIT-Fabricación en células	2	.86	2,32	1,86	.67**	1																		
3.JIT-Nivelado de producción	3	.80	1,94	1,63	.66**	.54**	1																	
4.JIT-Programación de la producción	4	.80	1,45	1,43	.46**	.34**	.70**	1																
5.JIT-Sistemas de arrastre	5	.90	0,82	1,11	.61**	.52**	.55**	.47**	1															
6.JIT-Operaciones estandarizadas	3	.90	2,42	1,60	.45**	.25**	.58**	.52**	.38**	1														
7.JIT-Medibles e indicadores	4	.86	0,71	1,18	.49**	.35**	.47**	.59**	.64**	.40**	1													
8.JIT-Gestión visual	3	.57	3,02	1,06	.34**	.37**	.41**	.46**	.38**	.33**	.47**	1												
9.TQM-Gestión de los procesos	4	.75	2,81	1,24	.47**	.36**	.58**	.56**	.42**	.53**	.39**	.46**	1											
10.TQM-Control estadístico del proceso	2	.74	1,18	1,50	.45**	.31**	.58**	.57**	.53**	.46**	.57**	.44**	.55**	1										
11.TQM-Mejora continua implicación de los mandos	2	.75	3,21	1,37	.26**	.14	.30**	.29**	.22*	.39**	.21*	.28**	.70**	.30**	1									
12.TQM-Mejora continua implicación de los operarios	3	.86	2,29	1,42	.21**	.13	.20*	.18*	.35**	.23**	.40**	.26**	.22*	.28**	.33**	1								
13.TPM-Mantenimiento autónomo	3	.80	2,13	1,54	.71**	.58**	.61**	.43**	.45**	.36**	.42**	.39**	.46**	.43**	.26**	.21*	1							

14. HRM- Implicación	4	.66	2,94	1,09	.20 *	.14	.19 *	.20 *	.25 **	.21 *	.29**	.21 *	.22 *	.25 **	.37 **	.69 **	.27 **	1						
15. HRM- Formación	2	.67	2,78	1,40	.24 **	.24 **	.32 **	.37 **	.34 **	.30 **	.37**	.39 **	.38 **	.41 **	.31 **	.38 **	.29 **	.42 **	1					
16. HRM- Equipos de trabajo	6	.79	2,53	1,10	.26 **	.23 **	.35 **	.27 **	.33 **	.27 **	.31**	.23 **	.20 *	.36 **	.27 **	.63 **	.35 **	.80 **	.50 **	1				
17. HRM- Recompensa s	2	.67	1,21	1,37	.31 **	.23 **	.35 **	.26 **	.45 **	.29 **	.30**	.17	.25 **	.33 **	.08	.33 **	.37 **	.34 **	.38 **	.41 **	1			
18. HRM- Comunicación	5	.71	3,54	0,88	.18 **	.13	.21 *	.20 **	.16	.24 **	.21**	.19 *	.22 *	.16	.35 **	.56 **	.27 **	.66 **	.33 **	.61 **	.20 *	1		
19. CS-relación con clientes	4	.76	3,07	1,29	.31 **	.27 **	.34 **	.31 **	.32 **	.32 **	.32**	.21 *	.29 **	.29 **	.28 **	.13	.32 **	.16	.31 **	.22 *	.09	.14	1	
20. CS- Relación con proveedores	10	.83	2,31	1,04	.42 **	.47 **	.31 **	.31 **	.50 **	.30 **	.51**	.29 **	.29 **	.36 **	.29 **	.19 *	.41 **	.27 **	.35 **	.31 **	.28 **	.17	.50 **	1
21. Resultados	5	.61	3,33	0,42	.20	.05	.20	.18	.15	.17	.13	.06	.11	.13	.06	.25 *	.04	.21 *	.30 **	.29 **	.15	.19	.18	.0 4

Tabla 5. Estadísticos descriptivos y correlaciones de las sub-escalas de producción ajustada. ** correlación significativa 1%; * 5% (bilateral).

El grado de uso de las sub-escalas es significativamente diferente entre ellas. Las sub-escalas relacionadas con el flujo interno de producción tienen una media que varía entre 0,70 y 3,02 y, salvo una de las correlaciones entre las sub-escalas, todas son moderadas o flojas (entre 0,32 y 0,67), aunque significativas. Algo parecido ocurre con las sub-escalas de los otros factores. En gestión de la calidad, los valores medios fluctúan entre 1,17 y 3,21 y las correlaciones entre 0,217 y 0,7. En implicación de los operarios, las medias están entre 1,20 y 3,53 y las correlaciones entre 0,20 y 0,79. Por último, las sub-escalas de clientes y proveedores también difieren en su media y la correlación entre ellas es moderada (0,46). Por todo ello, consideramos que la hipótesis 1 queda demostrada y tiene más sentido continuar los análisis con las sub-escalas y no con factores que las agrupen.

En la tabla 6 los ítems del cuestionario para la escala de resultados, los autores que han usado un ítem similar en su investigación, los estadísticos descriptivos, las correlaciones entre ítems, las correlaciones entre ítems y el total de la escala y las cargas factoriales estandarizadas en el análisis factorial exploratorio (AFE) y el confirmatorio (CFA)

Cod	Formulación Cuestionario	Autores	R11	R12	R13	R18	R22	Escala de Resultados
R11	Productividad de los operarios	(Banker et al., 2006; Callen et al., 2005; Challis et al., 2005; Narasimhan et al., 2005)	2,80 (0,79)					0,67**
R12	Satisfacción de nuestros clientes con el precio de nuestros productos	(Challis et al., 2005; Narasimhan et al., 2005)	0,19	3,64 (0,62)				0,61**
R13	Capacidad de aumentar o disminuir el volumen de fabricación en función de la demanda	(Cua et al., 2001; Devaraj et al., 2004; Flynn et al., 1999; Narasimhan et al., 2005; Swink et al., 2005; Swink y Nair, 2007; Urgal González y García Vázquez, 2006)	0,34* *	0,20	3,07 (0,73)			0,63*
R18	Satisfacción de nuestros clientes con la calidad de nuestros productos/servicios	(Challis et al., 2005; Flynn et al., 1999; Narasimhan et al., 2005)	0,22*	0,23*	0,24*	3,57 (0,57)		0,69*
R22	Satisfacción de los empleados	(Boxall y Macky, 2009; Challis et al., 2005; Fuentes-Fuentes et al., 2004)	0,01	0,28*	0,02	0,40* *	3,62 (0,62)	0,55**
		N	113	111	100	112	113	92
		CFA	0,44	0,47*	0,40*	0,72*	0,48*	
		AFE	0,85	0,72	0,59	0,80	0,79	

Tabla 6. Escala de resultados

La escala de resultados presenta unos valores de bondad de ajuste globalmente aceptables (tabla 7), aunque sus propiedades psicométricas (tabla 6) no son perfectas del todo. La correlación entre ítems es baja, pero la correlación entre ítems y escalas es aceptable, así como también lo es el α de Cronbach (0,613). Por otra parte, las cargas factoriales del análisis exploratorio son elevada, pero en el confirmatorio se quedan un

poco bajas. En general, los estadísticos de la escala de resultados se sitúan dentro del rango habitual de investigaciones similares a la nuestra y podemos considerarlo aceptables.

	It e m s	Med ia	Des v.e st.	d.f. (ind)	Chi2 (Ind)	Chi 2 sig nif	Chi2 /d.f.	CFI	IFI	MFI	GFI	AGF I	RMSE A	α	Fia b.	e.v
Res ulta dos	5	3.3 359	0.4 246 7	5 (10)	10.56 (44.9 64)	0.0 61	4,49 6	0.8 41	0.8 61	0.9 70	0.9 44	0.8 32	0.11 1	0.6 1	0.6 29	0.26 4

Tabla 7 . indicadores de bondad de ajuste de la escalas de resultados

Para analizar los efectos de las sub-escalas de producción ajustada sobre la escala de resultados, hemos planteado 20 modelos de ecuaciones estructurales. En cada uno de ellos hemos incluido los modelos de medida de las escalas. Para evitar los problemas de indeterminación de parámetros en el modelo de medida, en aquellas sub-escalas con 3 ítems o menos, debíamos introducir una sub-escala adicional que no generara problemas de colinealidad, ni estimaciones de varianzas de los parámetros negativas. En estos modelos, no se incluyó la correlación entre las sub-escalas de prácticas, sino que las relacionan solamente con la escala de resultados. Con ello pretendemos mantenernos fieles al objetivo de estudiar la relación de cada escala por separado, a pesar de necesitar incluir dos prácticas de producción ajustada simultáneamente por necesidades metodológicas.

Los resultados de los análisis están resumidos en la tabla 8. Podemos observar que, para el sector de los CEE, en siete de los modelos (fabricación en células, gestión visual, control estadístico de los procesos, mantenimiento autónomo, recompensas y relación con proveedores nivelado de producción) los estadísticos de ajuste son inadecuados. En los otros 13 modelos podemos considerar que el ajuste del modelo es globalmente aceptable. Centrándonos en ellos, podemos observar que los efectos de las prácticas de producción ajustada sobre los resultados son positivos y, en 6 de ellos, son significativos. Estos efectos significativos llegan a explicar entre un 4% y un 13% de la variación de los resultados. Consideramos que se tratan de una cifras notables, teniendo en cuenta los valores de R2 que suelen reportarse en investigaciones similares (Bonavía Martín y Marin-García, 2007) y que valoramos solo la relación independiente de cada una de las prácticas sin incluir las sinergias que entre ellas puedan derivarse.

En la literatura previa se han encontrado correlaciones significativas pero moderadas entre el flujo interno de producción y los resultados (Ahmad et al., 2003; Shah y Ward, 2003). Nuestros datos en el sector de CEE indican una asociación positiva de casi todas las prácticas menos en el caso de gestión visual. Pero el efecto solo es significativo en los tiempos cortos de cambio, aunque en el caso de nivelado de producción, programación y sistemas de arrastre están cerca de ser significativas. Puesto que gestión visual es uno de

los modelos con mal ajuste, no podemos descartar que en lugar de asociación negativa, simplemente no hay relación en los datos manejados.

En cuanto a TQM como conjunto, en estudios anteriores hay relación positiva pero baja con los resultados en general (Ahmad et al., 2003; Shah y Ward, 2003). También se ha informado de correlación entre el control estadístico de procesos y los resultados (Molina et al., 2007). Con nuestros datos, se aprecia un efecto positivo de las sub-escalas de TQM y los resultados, pero solo la implicación de los mandos tiene un efecto significativo.

La gestión de recursos humanos también se ha considerado asociada a la mejora moderada de resultados (Ahmad et al., 2003; Molina et al., 2007), sin embargo hay estudios donde el efecto es muy bajo (Shah y Ward, 2003). En el sector de los CEE, las sub-escalas de HRM son las que más impacto parecen tener en los resultados, tanto en cantidad de sub-escalas con efecto significativo como por el grado de varianza explicada. Por otra parte la relación con clientes tiene un efecto significativo, aunque no demasiado fuerte. Este resultado está en consonancia con el trabajo de Molina et al. (2007).

Parece que estos resultados refuerzan la postura de diferentes autores que consideran que las prácticas comunes (entre ellas HRM y relación con clientes) tienen mayores efectos directos que otras prácticas más específicas (Cua et al., 2001; Flynn y Sakakibara, 1995). Esto indicaría que en este sector particular, las relaciones con los empleados, ya que hay que prestar una atención especial a su discapacidad, es un aspecto muy importante para el éxito (Uppal, 2005). Por otra parte, dado que se trata de un sector donde un porcentaje elevado de facturación, para muchas empresas, proviene de unos pocos clientes, no es de extrañar, que las relaciones estrechas sea una forma clara de fidelización y éxito. Sin embargo, en la parte de aprovisionamiento, la mayoría de los CEE acceden al mercado con múltiples proveedores y eso hace que esta práctica sea menos importante para el éxito, al contrario que pasa en sectores como el automovilístico donde la relación con proveedores es más estrecha (Carretero Díaz y Delgado Estirado, 2000).

Modelo	d.f. (ind)	Chi2 (Ind)	Chi2 signif	Chi2/d. f.	CFI	IFI	MFI	GFI	AGFI	RMSA	CFA	R ²
JIT-Tiempos cortos de cambio	34 (45)	58.6028 (470.768)	0.00546	1,724	0.930	0.932	0.852	0.887	0.817	0.098	0.272+	0.074
JIT-Fabricación en células ^a	53 (66)	150.7197 (692.262)	0.00000	2,831	0.818	0.822	0.555	0.809	0.714	0.151	0.043	0.002
JIT-Nivelado de producción ^b	52 (66)	82.3358 (373.217)	0.00466	1,583	0.901	.906	.848	.868	.801	0.080	0.195	0.038
JIT-Programación de la producción	26 (36)	43.2392 (247.617)	0.01822	1,663	0.913	0.917	0.898	0.903	0.832	0.091	0.207	0.043
JIT-Sistemas de arrastre	34 (45)	84.4533 (473.605)	0.00000	2,484	0.942	0.943	0.819	0.876	0.799	0.109	0.197	0.039
JIT-Operaciones estandarizadas	33 (45)	53.0927 (381.061)	0.01477	1.6089	0.940	0.942	0.913	0.910	0.850	0.075	0.101	0.013
JIT-Medibles e indicadores	22 (36)	29.2244 (215.621)	0.13856	1,328	0.940	0.944	0.925	0.916	0.828	0.085	0.072	0.005
JIT-Gestión visual ^b	53 (66)	104.4934 (354.443)	0.00622	1,557	0.812	0.829	0.756	0.845	0.773	0.103	-0.106	0.001
TQM-Gestión de los procesos	26 (36)	51.0129 (201.408)	0.00238	1,962	0.884	0.890	0.879	0.892	0.812	0.100	0.107	0.011
TQM-Control estadístico del proceso ^b	43 (55)	87.2773 (299.176)	0.00008	2,023	0.819	0.827	0.786	0.842	0.754	0.101	0.158	0.025
Mejora continua – Implicación de los mandos ^c	33 (45)	53.0927 (381.061)	0.01477	1.6089	0.940	0.942	0.913	0.910	0.850	0.075	0.239+	0.057
TQM-Mejora continua implicación de los operarios ^b	52 (66)	83.5251 (411.521)	0.00362	1,606	0.909	.912	.843	.880	.820	0.082	0.189	0.035
TPM-Mantenimiento autónomo ^b	53 (66)	92.45 (355.997)	0.0065	1,744	0.870	.876	.814	.859	.789	0.089	-0.007	0.000
HRM-Implicación	26 (36)	26.1523 (105.967)	0.45476	1,006	0.949	.954	.976	.926	.871	0.044	0.262	0.069
HRM-Formación ^b	42 (55)	58.8491 (299.291)	0.04378	1,401	0.931	.935	.912	.892	.830	0.066	0.364+	0.132
HRM-Equipos de trabajo	43 (55)	47.1895 (196.934)	0.30528	1,097	0.941	.945	.949	.900	.847	0.050	0.331+	0.110
HRM-Recompensas ^b	42 (55)	70.8965 (298.805)	0.00349	1,688	0.881	.887	.855	.865	.788	0.087	0.161	0.025
HRM-Comunicación	34 (45)	41.1555 (131.649)	0.18592	1,210	0.933	.937	.936	.912	.858	0.063	0.281+	0.079
CS-relación con clientes	26 (36)	36.5470 (202.710)	0.08206	1,406	0.938	.941	.940	.914	.851	0.069	0.199+	0.040
CS-Relación con proveedores	89 (105)	142.1661 (493.595)	0.00029	1,597	0.840	.846	.694	.825	.763	0.091	0.042	0.002

Tabla 8. Medidas de bondad de ajuste entre las escalas y los resultados y carga factorial de la solución estandarizada del análisis factorial confirmatorio. + Signif. 10%; * Signif. 5%; ** Signif. 1%. ^a Calculado junto con sub-escala de tiempos cortos. ^b Calculado junto con sub-escala de medibles e indicadores. ^c Calculado junto con sub-escala de operaciones estandarizadas.

No obstante, los datos de este sector no dan un soporte pleno a investigaciones realizadas en otros contextos, aunque apuntan en una dirección similar (Banker et al., 2006; Ketokivi y Schroeder, 2004a; McKone et al., 2001; Shah y Ward, 2003). Aunque los indicadores de resultados suelen ser los mismos, las variables de producción ajustada utilizadas en cada estudio varían mucho y los resultados son bastante dispares. Esto puede deberse a que no siempre se agrupan en los factores (JIT, TQM, TPM, HRM, CADsum) los mismos conjuntos de prácticas o sub-escalas. También puede deberse a que las relaciones entre prácticas y resultados son diferentes en cada muestra. Esto significaría que los modelos, lejos de ser universales, son contingentes. Por ello, sería conveniente trabajar en investigación futura para explicar el por qué de las contingencias, probablemente con estudios cualitativos.

Somos conscientes de que el análisis que hemos realizado no refleja con exactitud la realidad de los datos, y esto se nota en los indicadores de ajuste. Es muy probable que esto se deba a que las prácticas presentan cierta asociación entre ellas, aunque no tanta como para considerar factores de prácticas. Por ello creemos interesante que en el futuro se investigue tanto la estructura de sub-escalas como el efecto conjunto de agrupaciones de sub-escalas sobre los resultados. Para ello será necesario contar con muestras más amplias, que permitan incorporar al modelo diferentes sub-escalas simultáneamente.

También sería interesante ampliar la investigación analizando la relación de prácticas independiente con los indicadores de resultados analizados por separado (nosotros los hemos agrupado en una escala de resultados), pues es posible que exista cierto *trade-off* entre los resultados y que esto, esté enmascarando las relaciones reales. Otro aspecto a considerar en investigación futura es analizar conjuntos de prácticas (nosotros hemos analizado las prácticas independientemente) con el indicador global de resultados. En definitiva, se trataría de completar la escasez de estudios relacionados con estas dos celdas de la tabla 2 donde la literatura publicada es muy escasa. También sería recomendable investigar qué secuencia de implantación ofrece mejores resultados acumulados. Esto nos permitiría ir completando la investigación que relaciona la producción ajustada y los resultados no financieros que es, en general, escasa (deSarbo et al., 2007; González Benito y Suárez González, 2007), centrada en muestras transversales o en determinados sectores, pero no replicada en sectores o países que permitan una generalización del modelo.

Consideramos que una de las principales contribución de nuestro trabajo es que incluimos los modelos de medida a la hora de comprobar la relación con los resultados. Esto es algo poco frecuente en las investigaciones que hemos revisado. En ellas, al analizar el modelo de estructura utilizan el valor promedio de la escala sin incluir el modelo de medida. Nuestro método permite incluir en el análisis los errores de medida y, por tanto, ofrecer un resultado más robusto estadísticamente hablando. Además, ofrecemos datos para ir

sumando evidencias en una de las celdas de la tabla 2 donde menos estudios se han publicado.

Por otra parte, nuestro trabajo permite a los profesionales de empresa valorar el impacto que tiene el uso de determinadas prácticas, incluso de manera aislada. Por lo tanto, esperamos que pueda servir para animarles a iniciar el camino de la producción ajustada de manera progresiva, y asequible para sus recursos. También consideramos interesante el poder ofrecer una evidencia de que los Centros Especiales de Empleo son, ante todo, empresas y, como tales, pueden aprovechar las prácticas desarrolladas en empresas ordinarias, que les permitan mejorar sus indicadores de resultados.

Puesto que nuestros datos provienen de empresas del mismo sector, los resultados no pueden ser generalizables a otro tipo de sectores con contexto diferente. Además, la cantidad de datos disponibles es baja para usar las técnicas de ecuaciones estructurales. Este hecho se ha agravado por la cantidad de valores perdidos en las variables de resultados. Por último, utilizamos una sola fuente de datos para cada empresa. Se ha recomendado utilizar múltiples informantes para tener datos más realistas del grado de implantación de las diferentes prácticas (Ketokivi y Schroeder, 2004b). Sin embargo, este procedimiento es difícilmente aplicable y la mayoría de las investigaciones la ignoran (Shah y Ward, 2007).

Conclusiones

Las prácticas de producción ajustada se pueden agrupar en sub-escalas que no siempre están altamente correlacionadas entre ellas. Por este motivo, creemos más adecuado analizar el efecto independiente de cada una de ellas sobre los resultados de la empresa. Por otra parte, esta es un posicionamiento raramente adoptado por los investigadores. Sin embargo, en la práctica, la mayoría de las empresas aborda la implantación de la producción ajustada de manera gradual y sería interesante comprobar si el fruto de sus esfuerzos se puede ver recompensado en ventaja competitiva antes de tener montado el sistema completo.

Los resultados de nuestra investigación destacan seis sub-escalas con efectos significativos en los resultados y varias sub-escalas más con tendencia positiva. Además indicamos posibles líneas de trabajo futura para matizar los efectos de la producción ajustada sobre los resultados no financieros de las empresas.

Referencias

- Ahmad, S.; Schroeder, R. G.; Sinha, K. K. (2003): "The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness", *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 20, N. 3, pp. 161-191.
- Anand, G.; Kodali, R. (2009): "Selection of lean manufacturing systems using the analytic network process - a case study", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 20, N. 2, pp. 258-289.
- Antoni, C. (1996): "Lean production in europe: a matter of technical adjustment or cultural change?", *Applied Psychology*, Vol. 45, N. 2, pp. 139-152.
- Avella, L.; Fernandez, E.; Vazquez, C. J. (2001): "Analysis of manufacturing strategy as an explanatory factor of competitiveness in the large Spanish industrial firm", *International Journal of Production Economics*, Vol. 72, N. 2, pp. 139-157.
- Bañegil, T. (1993): *El sistema JIT y la flexibilidad de la producción* Madrid: Pirámide.
- Banker, R. D.; Bardhan, I. R.; Chang, H. H.; Lin, S. (2006): "Plant information systems, manufacturing capabilities, and plant performance", *Mis Quarterly*, Vol. 30, N. 2, pp. 315-337.
- Barnes, C.; Mercer, G. (2005): "Disability, work, and welfare: challenging the social exclusion of disabled people", *Work, Employment & Society*, Vol. 19, N. 3, pp. 527-545.
- Bentler, P. M. (2002): *EQS 6 Structural Equations Program Manual* Encino, CA: Multivariate Software, Inc.
- Birdi, K.; Clegg, C.; Patterson, M.; Robinson, A.; Stride, C. B.; Wall, T. D.; Wood, S. J. (2008): "The impact of human resource and operational management practices on company productivity: A longitudinal study", *Personnel Psychology*, Vol. 61, N. 3, pp. 467-501.
- Bonavía Martín, T.; Marin-Garcia, J. A. (2006): "An empirical study of lean production in ceramic tile industries in Spain", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26, N. 5, pp. 505-531.
- Bonavía Martín, T.; Marin-Garcia, J. A. (2007): "Grado de uso y resultados de la producción ajustada en las empresas de pavimentos y revestimientos cerámicos", *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 16, N. 3, pp. 39-54.
- Boxall, P.; Macky, K. (2009): "Research and theory on high-performance work systems: progressing the high-involvement stream", *Human Resource Management Journal*, Vol. 19, N. 1, pp. 3-23.
- Callen, J. L.; Morel, M.; Fader, C. (2005): "Productivity measurement and the relationship between plant performance and JIT intensity", *Contemporary Accounting Research*, Vol. 22, N. 2, pp. 271-309.
- Callen, J.; Fader, C.; Kirnksky, I. (2000): "Just-in-time: A cross-sectional plant analysis", *International Journal of Production Economics* N. 63, pp. 277-301.
- Carretero Díaz, L. E.; Delgado Estirado, L. M. (2000): "Estrategia logística interna en un contexto de producción ajustada. Aplicación al sector de componentes de automoción en España", *Economía industrial* N. 332, pp. 73-85.

Challis, D.; Samson, D.; Lawson, B. (2005): "Impact of technological, organizational and human resource investments on employee and manufacturing performance: Australian and New Zealand evidence", *International Journal of Production Research*, Vol. 43, N. 1, pp. 81-107.

Cua, K.; McKone, K.; Schroeder, R. G. (2001): "Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, N. 6, pp. 675-694.

Dabhilkar, M. & Ahlstrom, P. "The Impact of Lean Production Practices and Continuous Improvement Behavior on Plant Operating Performance", in *8th International CINet Conference*.

Dabhilkar, M.; Bengtsson, L. (2007): "Continuous improvement capability in the Swedish engineering industry", *International Journal of Technology Management*, Vol. 37, N. 3-4, pp. 272-289.

Dankbaar, B. (1997): "Lean Production: Denial, Confirmation or Extension of sociotechnical Systems Design?", *Human relations*, Vol. 50, N. 5, pp. 567-583.

Delbridge, R.; Lowe, J.; Oliver, N. (2000): "Shopfloor responsibilities under lean teamworking", *Human relations*, Vol. 53, N. 11, pp. 1459-1479.

deSarbo, W.; Di Benedetto, A.; Song, M.; Bloch, H. V. (2007): "A heterogeneous resource based view for exploring relationships between firm performance and capabilities", *Journal of modelling in management*, Vol. 2, N. 2, pp. 103-130.

Devaraj, S.; Hollingworth, D. G.; Schroeder, R. G. (2004): "Generic manufacturing strategies and plant performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 22, N. 3, pp. 313-333.

Diaz, M. S.; Gil, M. J. A.; Machuca, J. A. D. (2005): "Performance measurement systems, competitive priorities, and advanced manufacturing technology - Some evidence from the aeronautical sector", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, N. 7-8, pp. 781-799.

Doolen, T. L.; Hacker, M. E. (2005): "A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers", *International Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 24, N. 1, pp. 22-67.

Flynn, B. B.; Sakakibara, S. (1995): "Relationship between JIT and TQM: Practices and performance", *Academy of management Journal*, Vol. 38, N. 5, p. 1325.

Flynn, B. B.; Schroeder, R. G.; Flynn, E. J. (1999): "World class manufacturing: an investigation of Hayes and Wheelwright's foundation", *Journal of Operations Management*, Vol. 17, pp. 249-269.

Forza, C. (1996): "Work Organization in Lean Production and Traditional Plants - What Are the Differences", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, N. 2, p. 42+.

Fuentes-Fuentes, M.; Albacete-Saez, C. A.; Llorens-Montes, F. J. (2004): "The impact of environmental characteristics on TQM principles and organizational performance", *Omega*, Vol. 32, N. 6, pp. 425-442.

Fullerton, R. R.; McWatters, C. S. (2001): "The production performance benefits from JIT implementation", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, N. 1, pp. 81-96.

Fullerton, R. R.; McWatters, C. S.; Fawson, C. (2003): "An examination of the relationships between JIT and financial performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 21, N. 4, pp. 383-404.

Godard, J. (2004): "A critical assessment of the high-performance paradigm", *British Journal of Industrial Relations*, Vol. 42, N. 349, p. 378.

González Benito, J. & Suárez González, I. "El alineamiento de la estrategia competitiva, la estrategia de producción, las capacidades productivas y los resultados empresariales", International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO, Madrid, pp. 325-334.

Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (1995): *Multivariate data analysis*, 4^o ed. New Jersey: Prentice Hall.

Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (1999): *Análisis de datos multivariante*, 4^o ed.: Prentice Hall.

Hogan, E. A.; Martell, D. A. (1987): "A confirmatory structural equations analysis of the job characteristics model", *Organizational Behavior and Human dEcision Processes*, Vol. 39, N. 2, pp. 242-263.

Inman, A.; Mehra, S. (1990): "The Transferability of Just-in-Time Concepts to American Small Businesses", *Interfaces*, Vol. 20, N. 2, pp. 30-37.

Jordan de Urries, F. B.; Verdugo, M. A.; Jenaro, C.; Crespo, M.; Caballo, C. (2005): "Supported employment and job outcomes. Typicalness and other related variables", *Work*, Vol. 25, N. 3, pp. 221-229.

Jorgensen, F., Hyland, P. W., & Kofoed, L. "Modelling the Role of Human Resource Management in Continuous Improvement", in *7th International CINet Conference*.

Jun, M.; Cai, S.; Shin, H. (2006): "TQM practice in maquiladora: Antecedents of employee satisfaction and loyalty", *Journal of Operations Management*, Vol. 24, N. 6, pp. 791-812.

Ketokivi, M.; Schroeder, R. G. (2004a): "Manufacturing practices, strategic fit and performance: A routine-based view", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 24, N. 1/2, p. 171.

Ketokivi, M. A.; Schroeder, R. G. (2004b): "Strategic, structural contingency and institutional explanations in the adoption of innovative manufacturing practices", *Journal of Operations Management*, Vol. 22, N. 1, pp. 63-89.

Kochan, T. A.; Lansbury, R. D.; MacDuffie, J. P. (1997): *After lean production, evolving employment practices in the world auto industry* London: ILR press.

Lee, C. Y. (1996): "The applicability of just-in-time manufacturing to small manufacturing firms: An analysis", *International Journal of Management*, Vol. 13, N. 2, pp. 249-259.

Lee, C. Y. (1997): "JIT adoption by small manufacturers in Korea", *Journal of Small Business Management*, Vol. 35, N. 3, pp. 98-108.

Lengnick-Hall, M. L.; Gaunt, P. M.; Kulkarni, M. (2008): "Overlooked and underutilized: people with disabilities are an untapped human resources", *Human resource management*, Vol. 47, N. 2, pp. 255-273.

Lin, W. B. (2006): "The exploration of employee involvement model", *Expert Systems with Applications*, Vol. 31, N. 1, pp. 69-82.

Lowe, J.; Delbridge, R.; Oliver, N. (1997): "High-Performance Manufacturing - Evidence from the Automotive Components Industry", *Organization Studies*, Vol. 18, N. 5, pp. 783-798.

MacDuffie, J. P. (1995): "Human Resource Bundles and Manufacturing Performance: Organizational Logic and Flexible Production Systems in the World Auto Industry", *Industrial and Labor relations Review*, Vol. 48, N. 2, p. 197.

Marin-García, J. A., Bonavía, T., & Pardo del Val, M. "An empirical analysis of lean manufacturing framework in spanish ceramic companies", XIX CONGRESO NACIONAL DE ACEDE (SEPTIEMBRE 2009, TOLEDO-Spain).

Marin-García, J. A., Carneiro, P. (2010): "Desarrollo y validación de un modelo multidimensional de la producción ajustada", *Intangible Capital*, Vol 6, N.1, pp. 78-127.

Marin-García, J. A.; García-Sabater, J. J.; Bonavía, T. (2009b): "The impact of Kaizen Events on improving the performance of automotive components' first-tier suppliers", *International Journal of Automotive Technology and Management*, Vol. 9, N. 4, pp. 362-376.

Marin-García, J. A.; Pardo del Val, M.; Bonavía Martín, T. (2009c): "Los sistemas productivos, el aprendizaje interno y los resultados del área de producción baldosas cerámicas", *CIT- Revista de Información Tecnológica*, Vol. 20, N. 1, pp. 39-52.

Martín Peña, M. L. & Díaz Garrido, E. "Impacto de la estrategia de producción en la ventaja competitiva y en los resultados operativos", *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO*, Madrid, pp. 367-377.

Martínez-Costa, M.; Jiménez-Jiménez, D. (2009): "The Effectiveness of TQM: The Key Role of Organizational Learning in Small Businesses", *International Small Business Journal*, Vol. 27, N. I, pp. 98-125.

McKone, K. E.; Schroeder, R. G.; Cua, K. O. (2001): "The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 19, N. 1, pp. 39-58.

Miralles Insa, C.; Marin-García, J. A.; Ferrús, G.; Costa, A. M. (2009): "Operations research/management science tools for integrating people with disabilities into employment. A study on Valencia's Sheltered Work Centres for Disabled", *International Transactions in Operational Research*, Vol. (in press), N. DOI: 10.1111/j.1475-3995.2009.00727.x.

Molina, L. M.; Llorens-Montes, J.; Ruiz-Moreno, A. (2007): "Relationship between quality management practices and knowledge transfer", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, N. 3, pp. 682-701.

Nair, A. (2006): "Meta-analysis of the relationship between quality management practices and firm performance--implications for quality management theory development", *Journal of Operations Management*, Vol. 24, N. 6, pp. 948-975.

Narasimhan, R.; Swink, M.; Kim, S. W. (2005): "An exploratory study of manufacturing practice and performance interrelationships - Implications for capability progression", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, N. 9-10, pp. 1013-1033.

Narasimhan, R.; Swink, M.; Kim, S. W. (2006): "Disentangling leanness and agility: An empirical investigation", *Journal of Operations Management*, Vol. 24, N. 5, pp. 440-457.

- Pheng, L. S.; Teo, J. A. (2004): "Implementing total quality management in construction firms", *Journal of Management in Engineering*, Vol. 20, N. 1, pp. 8-15.
- Sakakibara, S.; Flynn, B. B.; Schroeder, R. C.; Morris, W. T. (1997): "The impact of Just-In-Time manufacturing and its infrastructure on manufacturing performance", *Management Science*, Vol. 43, N. 9, p. 1246.
- Saurin, T.; Ferreira, C. (2008): "Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas", *Gestao & Produção*, Vol. 15, pp. 449-462.
- Schroeder, R. G.; Bates, K. A.; Junntila, M. A. (2002): "A resource-based view of manufacturing strategy and the relationship to manufacturing performance", *Strategic Management Journal*, Vol. 23, N. 2, p. 105.
- Seppälä, P.; Klemola, S. (2004): "How do employees perceive their organization and job when companies adopt principles of lean production?", *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol. 14, N. 2, pp. 157-180.
- Shah, R.; Ward, P. T. (2003): "Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance", *Journal of Operations Management*, Vol. 21, N. 2, pp. 129-149.
- Shah, R.; Ward, P. T. (2007): "Defining and developing measures of lean production", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, N. 4, pp. 785-805.
- Sila, I. (2007): "Examining the effects of contextual factors on TQM and performance through the lens of organizational theories: An empirical study", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, N. 1, pp. 83-109.
- Spear, S.; Bowen, H. K. (1999): "Decoding the DNA of the Toyota production system", *Harvard Business Review* N. Sept. - Oct., pp. 97-106.
- Spreitzer, G. M. (1995): "Psychological Empowerment in the Workplace - Dimensions, Measurement, and Validation", *Academy of management Journal*, Vol. 38, N. 5, pp. 1442-1465.
- Swink, M.; Narasimhan, R.; Kim, S. W. (2005): "Manufacturing practices and strategy integration: Effects on cost efficiency, flexibility, and market-based performance", *Decision Sciences*, Vol. 36, N. 3, pp. 427-457.
- Swink, M.; Nair, A. (2007): "Capturing the competitive advantages of AMT: Design-manufacturing integration as a complementary asset", *Journal of Operations Management*, Vol. 25, N. 3, pp. 736-754.
- Tari, J. J.; Molina, J. F.; Castejón, J. L. (2007): "The relationship between quality management practices and their effects on quality outcomes", *European Journal of Operational Research*, Vol. 183, N. 2, pp. 483-501.
- Ullman, J. B.; Bentler, P. M. (2004): "Structural Equation Modeling", en M. Hardy y A. Bryman (ed.): *Handbook of Data Analysis*, pp. 431-458. SAGE.
- Uppal, S. (2005): "Disability, workplace characteristics and job satisfaction", *International Journal of Manpower*, Vol. 26, N. 4, pp. 336-349.
- Urgal González, B.; García Vázquez, J. M. (2006): "Decisiones de producción, capacidades de producción y prioridades competitivas. Un estudio aplicado al sector del metal en España", *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, Vol. 12, N. 3, pp. 133-149.

Vazquez-Bustelo, D.; Avella, L. (2006): "Agile manufacturing: Industrial case studies in Spain", *Technovation*, Vol. 26, pp. 1147-1161.

Wall, T. D.; Cordery, J. L.; Clegg, C. W. (2002): "Empowerment, Performance, and Operational Uncertainty: A Theoretical Integration", *Applied Psychology*, Vol. 51, N. 1, pp. 146-169.

Wang, B. J. (2008): "Analysis of efficiency of lean production implemented in multinational optic enterprises", *International Journal of Technology Management*, Vol. 43, N. 4, pp. 304-319.

White, R. E.; Pearson, J. N.; Wilson, J. R. (1999): "JIT manufacturing: A survey of implementations in small and large U.S. manufacturers", *Management Science*, Vol. 45, N. 1, pp. 1-16.

White, R. E.; Prybutok, V. (2001): "The relationship between JIT practices and type of production system", *Omega*, Vol. 29, N. 2, pp. 113-124.

Capítulo 5

Conclusiones

1) Introducción

Este último capítulo presenta las principales conclusiones, las limitaciones de la tesis doctoral y las futuras líneas de investigación.

Aunque el proceso de investigación haya sido único, hemos conseguido aprovechar los resultados obtenidos en cada artículo para seguir con la investigación: las escalas validadas en el primero han servido de base para investigar las posibles agrupaciones de constructos así como el modelo validado en la segunda publicación ha sido utilizado como base para investigar la relación de las prácticas con los resultados de las empresas.

Esta investigación ha contribuido con la comunidad académica al identificar que, aunque algunos autores afirmen que existen distintos sistemas de producción alternativos a la producción en masa, los sistemas comparten mayoritariamente las prácticas. Estas prácticas pueden ser agrupadas en escalas individuales. Se ha validado por completo un cuestionario para medir el grado de aplicación de estas prácticas y se ha identificado sus relaciones con los resultados de las empresas.

Como aprendizaje personal resaltaría los conocimientos profundizados de las prácticas que componen la producción ajustada y la relación de sus componentes, las ecuaciones estructurales y el procedimiento de validación de escalas.

Los resultados por objetivos determinados en el capítulo de introducción serán detallados en el próximo apartado.

2) Resultados

Lo que hemos podido concluir con este trabajo es que, aunque existan muchas publicaciones científicas sobre la producción ajustada, sus prácticas y la relación de las mismas con el desempeño de las empresas, aún falta mucho camino que recorrer.

Los resultados y las conclusiones de la tesis doctoral se abordarán según los objetivos definidos en el capítulo 1.

El primero artículo buscaba responder a las siguientes preguntas de investigación:

1. Identificar los sistemas de producción, alternativos a la producción en masa, existentes en la literatura, sus diferencias y similitudes cuanto a las prácticas definidas.
2. Identificar el conjunto de prácticas alternativas a la producción en masa que sea aceptado mayoritariamente.

3. Crear un cuestionario unificado que mida el grado de uso de las prácticas de sistemas alternativos a la producción en masa, a partir de los ítems utilizados en cuestionarios validados en otras investigaciones.
4. Validar las escalas comprobando la bondad de ajuste de cada uno de los constructos.

Tras una extensa revisión bibliográfica sobre los sistemas de producción alternativos a la producción en masa se ha podido identificar que existen más similitudes que diferencias entre los modelos investigados (producción ajustada, fabricación flexible y fabricación ágil).

Se han identificado un conjunto de 14 prácticas comunes a los sistemas citados y el cuestionario elaborado en la investigación está basado en ítems definidos en cuestionarios ya validados en la literatura. Con la aplicación del cuestionario en la muestra determinada, Centro Especiales de Empleo de España, se ha confirmado que existe un cierto grado de utilización de las prácticas investigadas.

Tras aplicar la metodología definida se ha conseguido validar, teniendo en cuenta conjuntamente los cuatro criterios definidos, 13 de las 14 sub-escalas propuestas.

Los siguientes objetivos fueron abordados en el capítulo 3:

5. Identificar los modelos de agrupación de las prácticas de la producción ajustada existentes en la literatura.
6. Validar los posibles modelos de agrupación de las prácticas.

La literatura es rica en maneras de agrupar las escalas y se ha identificado por lo menos 7 maneras de agruparlas.

Los estudios encontrados no validaron más que su propio modelo definido y al validar todos los modelos se ha identificado que el modelo con escalas independientes que no son agregadas en un constructo común es el que presenta mejor ajuste. Los resultados de la fiabilidad y varianza extraída presentan unos valores similares o mejores a los informados en la investigación previa que nos ha servido de base para la construcción de las sub-escalas (Avella et al., 2001; Challis et al., 2005; Fullerton y McWatters, 2001; Shah y Ward, 2007).

La última etapa de la tesis responde las siguientes preguntas de investigación:

7. Identificar los indicadores de desempeño de las empresas investigados en la literatura.

8. Elaborar un cuestionario que mida el grado de aplicación de los indicadores de resultados definidos y determinar el grado en que los Centros Especiales de Empleo españoles tienen implantadas las prácticas de producción ajustada.

9. Validar una escala de indicadores de desempeño que caracterice los resultados de las empresas.

10. Identificar el efecto que el uso de las prácticas definidas produce en los resultados no financieros de la empresa.

Después de revisar la bibliografía disponible se han identificado que los indicadores más utilizados por las empresas para medir sus resultados son: costes, calidad, rapidez de entrega, flexibilidad y desempeño de manufactura.

Los datos recibidos de las contestaciones del cuestionario elaborado confirman que existe un cierto grado de aplicación de los indicadores investigados en los Centros Especiales de Empleo de España.

Los resultados de la validación de la escala de resultados demuestran que los valores de bondad de ajuste son globalmente aceptables aunque sus propiedades psicométricas no sean perfectas del todo. La correlación entre ítems es baja, pero la correlación entre ítems y escalas es aceptable, así como también lo es el α de Cronbach (0,613). Por otra parte, las cargas factoriales del análisis exploratorio son elevada, pero en el confirmatorio se quedan un poco bajas. En general, los estadísticos de la escala de resultados se sitúan dentro del rango habitual de investigaciones similares a la nuestra y podemos considerarlo aceptables.

Los resultados de la investigación de la relación entre las prácticas de la producción ajustada y los indicadores de desempeño apuntan seis sub-escalas con efectos significativos (tiempos cortos de cambio, mejora continua – implicación de los mandos, formación, equipos de trabajo, comunicación y relación con los clientes) en los resultados y varias sub-escalas más con tendencia positiva.

Este trabajo de investigación complementa y extiende la investigación sobre los sistemas de producción alternativos a la producción en masa, centrada en la producción ajustada, aportando una traducción al castellano de ítems comunes, tanto en prácticas como en indicadores de resultados, la incorporación de un conjunto de dimensiones amplio e integrador de la literatura, la aplicación a una muestra de empresas no investigada hasta la actualidad, la validación de sub-escalas comprobando las propiedades psicométricas y comparándola con las de otras muestras publicadas. Como estamos usando una muestra diferente, tanto en país como en sectores y tamaño, aportamos una contribución a la generalización de la validez y fiabilidad de los instrumentos de medida para detectar el

grado de uso de las prácticas asociadas a la producción ajustada y de los indicadores de desempeño utilizados en las empresas.

3) Limitaciones

Con los resultados obtenidos en el primero artículo se ha identificado la necesidad de un análisis detallado de la dimensionalidad y componentes de algunas de las escalas validadas y un análisis de las propiedades psicométricas de la escala de equilibrado de línea.

El segundo artículo presenta solamente una fuente de datos para cada empresa. Se ha recomendado utilizar múltiples informantes para tener datos más realistas del grado de implantación de las diferentes prácticas (Ketokivi y Schroeder, 2004) aunque este procedimiento es difícilmente aplicable y la mayoría de las investigaciones lo ignoran (Shah y Ward, 2007).

Otra limitación es referente a la muestra utilizada en todo proceso de investigación ya que durante el estudio piloto del cuestionario, se ha comprobado que era imposible conseguir la participación de dos o más mandos de la empresa sin perjudicar seriamente la tasa de respuesta. Por otra parte, la tasa de respuesta, pese a ser muy superior a la de estudios transversales similares, no nos garantiza que estemos a salvo de un posible sesgo. Por último, al seleccionar una muestra centrada en un sector concreto (Centros Especiales de Empleo) no se puede generalizar los resultados. Sin embargo, más que una limitación, este último punto es el objetivo de nuestro trabajo, ya que nos planteamos comprobar si los modelos, supuestamente generales, se ajustan a un sector concreto, lo que contribuiría a validar la generalización del modelo.

Una de las limitaciones del último artículo es que para analizar los efectos de las sub-escalas con 3 ítems o menos, para evitar los problemas de indeterminación de parámetros en el modelo de medida, se ha tenido que introducir una sub-escala adicional que no generara problemas de colinealidad ni estimaciones de varianzas de los parámetros negativas. En estos modelos, no se incluyó la correlación entre las sub-escalas de prácticas, sino que las relacionan solamente con la escala de resultados. Así se ha pretendido mantenerse fiel al objetivo de estudiar la relación de cada escala por separado, a pesar de necesitar incluir dos prácticas de producción ajustada simultáneamente por necesidades metodológicas.

4) Futuras líneas

1) Replicar el estudio en otro conjunto de empresas.

- 2) Investigar la interrelación de prácticas, aunque no sea como conjunto, dos a dos o en pequeños grupos o conjuntos.
- 3) Investigar tanto la estructura de sub-escalas como el efecto conjunto de agrupaciones de sub-escalas sobre los resultados.
- 4) Analizar la relación de prácticas independiente sobre los indicadores de resultados analizados por separado (no agrupados en una escala de resultados), pues es posible que exista cierto *trade-off* entre los resultados y que esto, esté enmascarando las relaciones reales.
- 5) Analizar conjuntos de prácticas y no las prácticas de manera con el indicador global de resultados
- 6) Investigar la secuencia de implantación que ofrece mejores resultados acumulados.

5) Referencias

- AVELLA, L.; FERNANDEZ, E.; VAZQUEZ, C. J. (2001): Analysis of Manufacturing Strategy As an Explanatory Factor of Competitiveness in the Large Spanish Industrial Firm. *International Journal of Production Economics*, 72 (2): 139-157.
- CHALLIS, D.; SAMSON, D.; LAWSON, B. (2005): Impact of Technological, Organizational and Human Resource Investments on Employee and Manufacturing Performance: Australian and New Zealand Evidence. *International Journal of Production Research*, 43 (1): 81-107.
- FULLERTON, R. R.; MCWATTERS, C. S. (2001): The Production Performance Benefits From JIT Implementation. *Journal of Operations Management*, 19 (1): 81-96.
- KETOKIVI, M. A.; SCHROEDER, R. G. (2004): Strategic, Structural Contingency and Institutional Explanations in the Adoption of Innovative Manufacturing Practices. *Journal of Operations Management*, 22 (1): 63-89.
- SHAH, R.; WARD, P. T. (2007): Defining and Developing Measures of Lean Production. *Journal of Operations Management*, 25 (4): 785-805.

ANEXO 1

JIT

Tiempos cortos de cambio	Nos esforzamos por conseguir reducir los tiempos de cambio de artículo (tiempo que se tarda en hacer los preparativos para fabricar/ensamblar un producto distinto o realizar un servicio diferente)
	Hemos convertido la mayoría del tiempo de cambio en "operaciones externas" que se realizan en paralelo mientras los operarios realizan un producto o un servicio
	Los operarios están entrenados para realizar cambios rápidos de lote y practican para reducir el tiempo invertido en los cambios de lote
	Los mandos de la empresa dan importancia a la reducción del tiempo de cambio de lote
	Las máquinas que utilizamos están siempre a punto para fabricar

Fabricación en células	Agrupamos las máquinas en función de la familia de productos a las que están dedicadas
	Los puestos de trabajo están dispuestos de manera que estén cerca y se reduzca la cantidad de movimiento de materiales y operarios entre ellos

Nivelado de Producción	Identificamos los procesos/operaciones "cuello de botella" y nos esforzamos por resolverlos
	Calculamos el tiempo "takt" de cada línea (cada cuánto tiempo tengo que fabricar una unidad para cumplir con la demanda) y equilibramos los tiempos de operación de cada puesto para ajustarnos a ese "takt"
	El programa de producción está nivelado, de forma que todos los días/semanas, fabricamos o realizamos el mismo "MIX" de productos o servicios. Los cambios en la demanda se ajustan cambiando la frecuencia de repetición del "MIX"

Programación de la producción	Cerca de los puestos de trabajo existen gráficas actualizadas indicando el grado de cumplimiento de los programas de fabricación
	Al inicio de la jornada/semana disponemos de un programa de trabajo (órdenes de trabajo) de todos los productos o servicios a completar durante el día/semana.
	El programa de trabajo está calculado teniendo en cuenta un tiempo para las paradas de línea (debido a paradas de máquinas, mantenimiento, problemas de calidad o imprevistos)
	Utilizamos la planificación de recursos de fabricación (MRPII)

Sistema de arrastre	Usamos tarjetas o contenedores kanban para el control de la producción en nuestra planta
	Utilizamos tarjetas o contenedores kanban en lugar de rellenar órdenes de pedido a nuestros proveedores
	Nuestros proveedores nos suministran directamente en contenedores kanban (por lo tanto no tenemos que realizar la tarea de Picking desembalando y pasando a recipientes más pequeños)
	Los mandos de los diferentes departamentos de la empresa fomentan la producción "justo a Tiempo"
	Hacemos esfuerzos por reducir el tamaño de los lotes a fabricar o ensamblar.

Operaciones Estandarizadas	Se han estudiado y estandarizado los procedimientos de todas las operaciones de los puestos de trabajo
	Los procedimientos estandarizados se actualizan periódica y continuamente
	Los procedimientos estandarizados se actualizan basándose en las ideas de los operarios (que complementan las de los mandos e ingenieros)

Medibles e indicadores	Cerca de las máquinas existen gráficas actualizadas indicando el tiempo de parada
	Cerca de los puestos de trabajo existen gráficas actualizadas indicando la cantidad o porcentaje de piezas defectuosas
	Cerca de los puestos de trabajo existen gráficas actualizadas indicando el nivel de productividad de la sección
	Usamos el Value Stream Mapping (Mapa de la cadena de valor) para representar nuestras líneas de fabricación o ensamblado

Gestión Visual	En nuestra planta nos preocupamos por tener todos los componentes, útiles y herramientas en su lugar
	Existen sistemas visuales para avisar de las incidencias en la línea (Andon, sistemas de luces de colores, sirenas...)
	Nos esforzamos por tener toda la zona de trabajo limpia y ordenada

Gestión de la calidad - TQM

Gestión de procesos	Los mandos de la empresa lideran y están implicados activamente en la mejora de la calidad de los productos y servicios
	Los diferentes departamentos de la empresa aceptan su responsabilidad en el mantenimiento y mejora de la calidad de los productos y servicios
	Tenemos sistemas para detectar los errores en el momento que se producen (JIDOKA, POKA YOKE...)
	Los operarios pueden parar la línea o interrumpir un servicio si detectan un problema de calidad.

Control Estadístico del proceso	Las máquinas o procesos que usamos para realizar nuestros productos o servicios están supervisados por medio de "Control Estadístico de Procesos (SPC)"
	Utilizamos gráficas para identificar si nuestros procesos están "dentro de los límites de control"

Mejora continua – Implicación mandos	Los mandos de la empresa valoran y consideran seriamente todas las sugerencias de mejora de productos/servicios y procesos realizadas por los operarios.
	Implantamos sugerencias útiles que han sido propuestas por operarios o supervisores (encargados).

Mejora continua – Implicación operarios	Participación activa del personal en grupos para proponer sugerencias de mejora de productos/ procesos o resolver problemas: círculos de calidad, planes de sugerencias, etc
	Cantidad de problemas de producción/servicio que suelen resolverse por medio de sesiones de trabajo en grupo de los operarios
	Para la mejora de los productos/servicios y procesos, utilizamos equipos de resolución de problemas, formados por operarios.

TPM

Mantenimiento autónomo	Los operarios dedican una parte de la jornada laboral solo al mantenimiento de las máquinas que utilizan
	Consideramos que el mantenimiento adecuado de las máquinas sirve para alcanzar altos niveles de calidad en los productos o servicios y nos ayuda a cumplir el programa de producción
	Los operarios del departamento de mantenimiento (si dispone de ese departamento) se centran en ayudar a los operarios de producción a realizar el mantenimiento preventivo de las máquinas que usan

Gestión de Recursos Humanos

Implicación	Los operarios están implicados y son consultados (individualmente o en grupo) antes de introducir nuevos productos o servicios o realizar cambios en los existentes
	En las reuniones de los equipos de resolución de problemas nos esforzamos por tener las ideas y opiniones de todos los participantes antes de tomar una decisión
	Los mandos fomentan la implicación del trabajador en la fabricación/servicio
	Los operarios participan (individualmente o en grupos) en la planificación, organización y control de su trabajo

Formación	Los operarios reciben formación para realizar varias tareas o poder realizar el trabajo en diferentes puestos
	Los mandos de la empresa reciben formación en técnicas de trabajo en equipo y resolución de problemas

Equipos de trabajo	Tomamos decisiones operativas y/o estratégicas de forma conjunta entre distintas funciones o departamentos
	Tomamos decisiones importantes de forma regular por medio de equipos multifuncionales donde participan operarios
	Los supervisores o encargados fomentan que sus operarios trabajen como equipo
	Nuestro producto o servicio se realiza por medio de "Equipos de trabajo autoguidados": equipos cuyo coordinador es un operario y tienen poder para tomar algunas decisiones como implantar sus propias sugerencias de mejora, establecer ritmos o rotaciones de trabajo, ...
	Utilizamos operarios polivalentes, capaces de trabajar en diferentes puestos en los que van rotando a lo largo de la jornada laboral
	Utilizamos equipos multifuncionales que se crean en torno a proyectos o tareas concretas (y se disuelven una vez completada)

Recompensas	Utilizamos un sistema de remuneración con complementos salariales que se entregan en función de las sugerencias de mejora de calidad, productividad, o eficiencia propuestas por un grupo o equipo de operarios
	Utilizamos un sistema de remuneración con complementos salariales que se entregan en función del aprendizaje de nuevas habilidades o puestos de trabajo

Comunicación	Los mandos de la empresa utilizan la comunicación cara a cara con los empleados
	Los supervisores o encargados mantienen reuniones donde los operarios a su cargo pueden discutir o comentar cosas juntos
	Los supervisores o encargados animan a que los operarios a su cargo expongan sus ideas u opiniones
	Comunicamos a nuestros operarios información económica y/o estratégica
	Los mandos de la empresa les dicen a los operarios si están haciendo un buen trabajo o no

Relación con clientes

Relación con clientes	Existe integración de las operaciones de nuestra empresa con las del cliente (colaboración logística, sistemas de información integrados, asistencia técnica mutua...)
	Tenemos relaciones estrechas con los clientes (contactos directos y frecuentes, visitas del cliente a la empresa, acuerdos de colaboración, etc.)
	Encuestamos o diagnosticamos las necesidades o requerimientos de nuestros clientes
	Nuestros clientes nos dan feedback de la calidad de si realizamos las entregas a tiempo

Relación con proveedores

Relación con proveedores	Usamos equipos de trabajo que trabajan conjuntamente con proveedores
	Existe integración de las operaciones de nuestra empresa con las de los proveedores (colaboración logística, sistemas de información integrados, asistencia técnica mutua...)
	Utilizamos la subcontratación de parte de nuestros procesos de fabricación o servicio.
	Establecemos relaciones a largo plazo con nuestros proveedores

	Preferimos tener un grupo reducido de proveedores
	Tenemos relaciones estrechas con los proveedores (contactos directos y frecuentes, visitas mutuas a las plantas, acuerdos de colaboración, etc.)
	Trabajamos conjuntamente con los proveedores para mejorar la calidad de los componentes que nos suministran
	Intercambiamos datos e información técnica o comercial con los proveedores para desarrollar conjuntamente planes de producción o predicciones de demanda
	¿Qué cantidad de componentes que utilizamos en nuestra empresa son suministrados diariamente por los proveedores?
	¿Qué cantidad de nuestros proveedores tienen certificado de calidad?